ELEKTRICITETEN

OCH
DESS FÖRNÄMSTA TEKNISKA TILLÄMPNINGAR
med särskild hänsyn till
DE NYASTE UPPFINNINGARNA

af
G. R. DAHLANDER,
professor vid Tekniska högskolan i Stockholm.

Andra omarbetade och utvidgade upplagan.
Med 466 illustrationer.

Stockholm.
Albert Bonniers förlag.
Alb. Bonniers boktryckeri 1893.

Förord till den digitala utgåvan

Under arbete...

Rättelser.

Sid. 21, rad l uppifr. De nyare försöken angifva 106,3 såsom rätta

värdet af en ohm. » 78, » 6 nedifr. & utgår.

» 92, » 16 nppifr. står tre bör vara två.

» » » » » » hvilka vi » » hvilka tre jordledningar vi

» 156, » 3 » » q vem. » » qvdm.

» 191, » l »> » Vid » » Ex. Vid

» 195, » 16 » » med » » smält med

» 225, » 15 » » hos » » af

» 271, » 6 nedifr. » fältet » » fältet, som genomgår induktorn,

» 335, » 15 nppifr. » ^ införes såsom faktor vid eqv. högra led

» 352, » 10 nedifr. » deras bör vara nämnde.

» 359, » 4 » » minnten » » sekunden

» 518, » 8 uppifr. » belysningsnätet » » ledningsnätet

» 541, » 19 » » ångbåt » » hjulbåt

» 562, » 2 nedifr. » shunt-dynamos » » shunt-motorer » 615, » 4 » » Newcastle » » Leeds Första kapitlet.

Öfverblick af elektricitetslärans utveckling och förnämsta satser. De elektriska enheterna.

1. Elektricitetslärans äldsta historia. -- En af Greklands sju vise, *Thales,* uppgifves såsom den hvilken först iakttagit, att när bernsten gnides den därigenom får egenskapen att draga till sig lätta föremål, t. ex. halmstrån, trådar, blad. Ordet elektricitet är ock härledt af den grekiska benämningen på bernsten. Några århundraden efter Thales upptäckte Theophrastus ett mineral, troligen hyacint, som visade samma egenskap som bernstenen. Äfven flera af den atmosferiska elektricitetens verkningar måste hafva varit de gamle grekerna och romarne bekanta, och man har äfven velat tillägga dessa kännedom om åskledaren. Detta synes visserligen föga troligt, men däremot är det möjligt, att man i Indien sedan lång tid tillbaka haft någon kunskap om sättet att afleda åskslag.

2. Gilberts upptäckter. -- Det dröjde ända till slutet af det sextonde århundradet innan några vidare iakttagelser gjordes angående elektricitetens företeelser. Då uppträdde en af alla tiders mest framstående forskare, engelsmannen *Gilbert* (1540 --1603), drottning Elisabeths lifmedikus, med vigtiga upptäckter i denna del af naturvetenskapen. Han meddelade dem, äfvensom sina vigtiga forskningar öfver magnetismen, i sitt berömda arbete "*De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure*", hvilket utkom i London år 1600. Man anser honom med skäl såsom jordmagnetismens upptäckare, och flera till magnetismen och elektriciteten hörande fenomen iakttogos eller förklarades först af honom. Gilbert ådagalade sålunda, att ett stort antal kroppar förhålla sig på samma sätt som bernsten, sålunda diamant, opal, beryll, gagat, glas, svafvel, mastix, gummilacka m. fl. Dessutom fann han, att vissa ämnen

och i synnerhet metallerna icke visa sig elektriska genom gnidning, men likväl attraheras af en elektrisk kropp, samt att de elektriska fenomenen i hög grad bero af atmosferens fuktighet, så att de visa sig starkare i torr än i fuktig luft. Han särskilde noga den elektriska attraktionen från den magnetiska, men det undgick honom, att repulsion kan ega rum till följe af elektrisk verkan lika väl som genom magnetisk. Vi böra äfven nämna, att Gilbert först gjort bruk af ordet elektricitet. Han betraktas därför ock med rätta såsom elektricitetslärans grundläggare.

3. Uppfinningen af elektricitetsmaskinen. - De första försök att framställa en apparat för fullständigare undersökning af elektriciteten gjordes af *Otto v. Guericke* (1602- 1686), borgmästare i Magdeburg och en tid under trettioåriga kriget öfveringeniör i Erfurt i svensk tjenst. Dennes apparat bestod af en svafvelkula, uppträdd på en axel, hvarmed hon kringvreds, under det att handen höll emot kulan. Genom gnidningen emellan den torra handen och kulan utvecklades elektricitet. Huru ofullkomlig ock denna tillställning är, gjorde dock v. Guericke vigtiga upptäckter därmed, nämligen att i vissa fall elektriserade kroppar repellera hvarandra, att de svagt lysa i mörkret samt gifva ett sprakande ljud. *Hawksbee* förbättrade apparaten, i det han använde en glaskula i stället för en svafvelkula; den elektriska gnistan upptäcktes af honom. Emellertid gjorde man vanligast bruk af glasrör, som gnedos för hand, till dess att professor *Bose* i Wittenberg konstruerade en elektricitetsmaskin med konduktor, hvilken förbättrades af *Gordon* i Erfurt samt *Winkler* och *Giessing* i Leipzig; den sistnämde uppfann riftyget. De i Tyskland uppfunna elektricitetsmaskinerna förändrades och förbättrades på flera sätt, tills de slutligen erhöllo den form, hvarunder de allmänt blifvit begagnade, nämligen med en glasskifva, som kringvrides med handtag och gnides mot två riftyg. År 1755 konstruerades först en elektricitetsmaskin af PlantaPoggendorffs Geschichte der Physik, p. 849.. I våra dagar har *Holtz* uppfunnit en annan synnerligen kraftig elektricitetsmaskin, med väsentligt olika inrättning än de förstnämda.

4. Elektricitetens meddelning. - Redan år 1729, innan elektricitetsmaskinerna vunnit insteg i England, upptäckte en vetenskapsman i London, *Stephen Gray,* att en kropps elektriska tillstånd kan meddelas en annan på afstånd från den förre varande kropp. Han anbragte korkar i ett glasrörs ändar och fann, att vid rörets gnidning äfven korkarne blefvo

elektriska; äfvenså en trästång eller segelgarn eller metalltråd, som sattes i förbindelse med någon af korkarne. Däremot visade det sig, att silke icke fortplantar elektriciteten. På detta sätt upptäcktes skilnaden mellan ledande och oledande kroppar, hvilken är af så stor vigt för elektricitetsläran. Gray upptäckte äfven att en menniskas kropp kan meddelas elektricitet och bibehålla den, om kroppen är anbragt på ett isoleradt underlag. Han elektriserade vatten, som innehölls i ett på en glasskifva stående kärl. Slutligen må nämnas, att han ådagalade, att endast en kropps yta, men icke dess inre del bestämmer huru mycket elektricitet kroppen upptager.

De af Gray började undersökningarna fortsattes af fransmannen *Dufay*, hvilken genom försök med ett stort antal ämnen fann, att alla kroppar genom gnidning blifva elektriska, i synnerhet i uppvärmdt tillstånd, men att metallerna samt mjuka och flytande kroppar bortleda den utvecklade elektriciteten. Dufay ledde elektriciteten genom ett fuktigt snöre af flera hundra meters längd och fann sålunda, att den kan meddelas äfven på ganska stora afstånd. Det tillkommer äfven Dufay förtjensten att först bestämdt hafva uttalat de vigtiga grundsatserna, att elektriska kroppar attrahera alla dem, som icke äro elektriska, men därefter, sedan de meddelat dessa elektricitet, repellera dem, samt att det gifves två olika slag af elektricitet, som han gaf namnet glas- och hartselektricitet, motsvarande hvad man nu kallar positiv och negativ elektricitet.

5. Laddflaskan. - År 1745, icke långt efter sedan elektricitetsmaskinen erhållit en tämligen hög grad af fulländning, uppfann man nära samtidigt i Holland och Tyskland en enkel apparat, hvarigenom denna maskins verkan kunde i hög grad förökas. Denna vigtiga uppfinning gjordes af *Cunaeus och van Musschenbroek* i Leyden samt af *von Kleist* i Kammin i Pommern. Försöken med laddflaskan eller leydnerflaskan, som den till en början benämdes, väckte stor uppmärksamhet och upprepades med mångfaldiga variationer på flera ställen. Till en början gjorde man bruk af en vätska i flaskan, men öfvergick senare till användandet af en metallisk beläggning. De vigtigaste försöken anställdes af den berömde*Benjamin Franklin* (1706-1790), som först visade, att de båda sidorna af den laddade flaskan innehålla olika slag af elektricitet. Detta är af stor betydelse i fråga om teorien för elektricitetens kondensation. Franklins undersökningar äro äfven af stort intresse därför, att de förde till upptäckten af den atmosferiska elektriciteten och uppfinningen af åskledaren. Den fullständiga förklaringen öfver laddflaskans verkningssätt gjordes dock först genom *Aepinus och Wilcke* (1732-1796). Denne sistnämde,

som var född i Wismar, blef sekreterare i svenska vetenskapsakademien. Han gjorde flera vigtiga iakttagelser rörande elektriciteten och uppfann jemte Volta den for elektriska försök så ofta använda elektroforen, hvarmed elektricitet på ett beqvämt och enkelt sätt kan erhållas.

6. Upptäckten af galvanismen. - Af huru stort vetenskapligt intresse de förut omnämda upptäckterna än äro, skulle de dock, med undantag för hvad åskledaren angår, hafva varit af föga betydelse för tekniken, om icke man kommit att upptäcka andra egenskaper hos elektriciteten och andra sätt för dess framställning. Sedan den franske fysikern Coulomb (1736 - 1806) lyckats att medelst vändvågen noggrant bestämma den elektriska attraktionen och repulsionen i qvantitativt afseende och visat, att dessa verkningar ske i omvändt förhållande med afståndets qvadrat, hade läran om friktionselektriciteten eller den statiska elektriciteten äfven uppnått en viss grad af fulländning. Men snart öppnade sig ett vidsträckt fält för nya forskningar öfver elektriciteten, i alla hänseenden af långt större betydelse än det förut kända. År 1790, några få år efter dessa Coulombs undersökningar, iakttog Aloys Galvani, professor i anatomi vid universitetet i Bologna, de första på beröringselektriciteten beroende företeelser. Galvanis hustru hade tillfälligtvis bemärkt en nyss dödad grodas synnerliga känslighet för elektriciteten, och han ville pröfva om den atmosferiska elektriciteten härvid utöfvade samma verkningar som den med elektricitetsmaskinen alstrade. För den skull upphängdes grodor medelst metalltrådar på en järnbalkong; när de olika metallerna kommo i beröring såväl med hvarandra som med grodan uppstodo ryckningar uti denna. Galvani antog, att dessa härrörde af den hos grodan utvecklade elektriciteten, och han bemödade sig att visa, att grodan under vissa förhållanden motsvarar en laddflaska, hvilken urladdas genom en metallkedja. I sjelfva verket är det af Galvani upptäckta fenomenet äfven beroende af djurelektriciteten, men det härrör dock hufvudsakligen af elektricitet, utvecklad vid beröring mellan två olika metaller. Volta (1745 - 1827) förklarade det uppkomma

uteslutande af denna orsak, och en liflig vetenskaplig strid uppstod angående denna fråga. Visserligen blef Voltas åsigt den gällande, men man har sedermera funnit, att såväl djurelektriciteten som beröringselektriciteten här äro verksamma. Det bör dock anmärkas, att hufvudsakligen genom Voltas förklaring och genom de undersökningar, som denne berömde fysiker anstälde öfver beröringselektriciteten, de stora upptäckter blifvit förberedda, hvarigenom elektricitetsläran blifvit en så vigtig del af naturvetenskapen och så väsentligt främjat den nyare teknikens utveckling.7. Voltas stapel. - Det förnämsta resultatet af Voltas forskningar är den efter honom benämda allmänt kända apparaten, hvilken, sedermera förbättrad och använd i flera olika former, utgör en så kraftig elektricitetskälla. Volta fördes till uppfinningen af sin stapel därigenom, att han ville iakttaga hvilken verkan, som två eller flera med hvarandra förenade galvaniska element utöfvade på den preparerade grodan. Hvarje sådant element sammansättes af honom af två metalliska och en fuktig ledare, och den olika rol dessa spela vid elektricitetens utveckling ådagalades af honom. De första af Volta konstruerade större staplarna sammansättes af omkring 20 koppar- eller silfvermynt i beröring med lika många skifvor af tenn eller zink samt med mellanlag af papper eller skinn, fuktadt med vatten eller koksaltlösning. År 1800 kan uppgifvas såsom tidpunkten för denna uppfinning, ehuru Volta redan flera år förut egt kännedom om, att elektriciteten kan förstärkas genom samverkan af två eller flera element. Volta jämförde stapeln med en ofantlig laddflaska, endast svagt laddad, men med den väsentliga skilnad, att stapelns ström är fortfarande, under det att laddflaskans blott är ögonblicklig. Den *dynamiska elektriciteten* kan derför i flera fall åstadkomma långt kraftigare verkningar än den statiska.

8. Den galvaniska strömmens kemiska verkningar. - Voltas uppfinning väckte allmän uppmärksamhet och flerfaldiga försök anstäldes i syfte att närmare utforska stapelns egenskaper. Det var i synnerhet i England sådana undersökningar gjordes af framstående vetenskapsmän, och de förde äfven där snart nog till betydande resultat. Sålunda funno *Nicholson* och *Carlisle* redan några veckor efter bekantgörandet af Voltas upptäckt, att den galvaniska strömmen från stapeln sönderdelar vatten. Strömmens kemiska verksamhet undersöktes närmare af *Davy* och sedermera af *Faraday* (1791-1867). Men äfven Sverige lemnade vigtiga bidrag till dessa forskningar. *Berzelius* och *Hisinger* uppstälde på grund af vidsträckta försök med stapeln den allmänna sats, att alkalier, jordarter och brännbara enkla ämnen attraheras af den negativa polen, men syre och syror af den positiva polen till stapeln. De visade äfven, att den elektriska verkan blott sker relativt och icke absolut, enär ett ämne kan förhålla sig som en bas mot ett andra och som en syra mot ett tredje ämne.

Kännedomen om strömmens kemiska verkningar blef af stor vigt för elektricitetens praktiska tillämpningar. Icke blott att en ny betydande gren af tekniken, galvanoplastiken, till följe deraf uppkom, utan kanske ännu mera genom att den förde till konstruktionen af de konstanta galvaniska elementen.Uppfinningen af dessa kan i främsta rummet tillskrifvas den engelske kemisten *Daniell*, som år 1836 beskref ett af honom konstrueradt element, vid hvilket koppar och zink voro elektromotorer, men där den förra metallen omgafs med kopparvitriollösning och den senare med utspädd svafvelsyra; den sistnämda vätskan jemte zinken innehölls i ett poröst lerkärl. Många modifikationer af denna apparat äro använda, och vi skola längre fram närmare redogöra för de konstanta staplar, som äro af större intresse för tekniken.

9. Ljus- och Tärmeutveckling genom elektricitet.

- Såsom vi förut anfört, upptäckte redan v. Guericke, att elektriserade kroppar kunna lysa i mörkret samt Hawksbee den elektriska gnistan. Flera iakttagelser gjordes sedermera öfver dessa elektriska ljusfenomen, sådana de erhållas med laddflaskan. Men af vida större intresse äro försöken öfver ljusutvecklingen med Voltas stapel, i synnerhet sedan Davy upptäckte den ljusbåge, som alstras mellan två kolspetsar. Davy använde vid dessa undersökningar en stapel af icke mindre än 2,000 element. Sedan han bragt de i förening med stapelns poler stående kolspetsarne i beröring sinsemellan, aflägsnade han dem något från hvarandra, och han varseblef en starkt lysande ljusbåge, som fortfor äfven sedan afståndet mellan kolspetsarne ökats till omkring 10 cm och i luftförtunnadt rum ännu längre. Detta är den första iakttagelsen öfver det elektriska ljuset, hvilket sedan varit föremål för en mängd undersökningar, och åt hvars införande i det praktiska lifvet så många uppfinnare egnat

sina krafter.

I nära samband med de elektriska ljusfenomenen stå de värmefenomen, som visa sig vid elektricitetens strömning genom en ledare. Davy visade, att den så uppkommande värmeutvecklingen är beroende af ledarens motstånd, så att den uppvärmning en metalltråd erhåller vid genomgången af en galvanisk ström är så mycket större ju större motstånd tråden utöfvar. Det var emellertid först *Joule*, som år 1841 lyckades att härleda lagen för denna värmeutveckling, nämligen att den på en bestämd tid i en metalltråd utvecklade värmemängden är proportionel mot trådens ledningsmotstånd och mot qvadraten på strömstyrkan.

10. Sambandet mellan elektriciteten och magnetismen. - Den genom sina följder vigtigaste upptäckten inom elektricitetens område, efter Galvanis och Voltas arbeten, är den af den danske fysikern *Örsted* (1777-1851) år 1820 gjorda iakttagelsen, att den galvaniska strömmen förmår åstadkomma en afvikning hos en i dess grannskap upphängd fritt rörligmagnetnål. Denna upptäckt, som ingalunda kan tillskrifvas en slump, utan snarare är att betrakta såsom en följd af Örsteds teoretiska spekulationer öfver sambandet mellan elektriciteten och magnetismen, meddelades åt den vetenskapliga världen i en latinsk skrift Experimenta circa effectum couflictus electrici in acum magneticam. , och den ledde inom kort till en följd af märkvärdiga rön angående de båda nyssnämda naturkrafterna. Det var i synnerhet Frankrike och England, som lemnade rika bidrag till utvecklingen af läran om elektromagnetismen. Sålunda upptäckte *Arago*, att när en järnstång anbringas i en skrufformigt upplindad koppartråd, genom hvilken en elektrisk ström föres, uppstår magnetism hos järnet, hvilken varar så länge strömmen fortgår, men upphör med denna. Man gjorde snart bruk af denna egenskap hos den galvaniska strömmen för att erhålla mycket kraftiga magneter, och därigenom öppnades ett nytt vidsträckt fält för utforskningen af magneternas egenskaper. Det blef sålunda möjligt for Faraday att visa, att magnetismen utöfvar verkan på alla kroppar, så att på en del attraktion eger rum, under det att på andra, t. ex. vismut, antimon, vatten, magnetismen utöfvar repulsion. Af synnerligt stor betydelse i tekniskt hänseende blef Faradays iakttagelse, att lika väl som strömmen kan framkalla magnetism, så kan magneten i sin ordning alstra elektriska strömmar. Vi återkomma snart härtill.

11. Elektriska strömmars verkningar sinsemellan.

- En af de vetenskapsmän, som ifrigast och med största framgång fullföljde Örsteds forskningar öfver sambandet mellan magnetismen och elektriciteten, var den franske matematikern *Ampère* (1775-1836). Denne fördes härigenom till den slutsats, att två elektriska strömmar böra utöfva en inbördes verkan, och han fann ock vid försök häröfver, att om två metalltrådar, hvarigenom strömmar gå, äro i grannskapet af hvarandra, eger attraktion rum mellan dem, om båda strömmarna gå åt samma håll, men däremot repulsion, om de gå i motsatta riktningar. Han härledde äfven den allmänna lagen för den verkan, som två element af elektriska strömmar utöfva på hvarandra, samt fann därvid bland annat, att denna verkan är omvändt proportionel mot qvadraten på deras afstånd. På grund häraf utvecklade han en ny gren af elektricitetsläran, elektrodynamiken, som i synnerhet af *Weber* blifvit bearbetad. Ampère lyckades äfven att förklara orsaken till det nära sambandet mellan magnetismen och elektriciteten, i det han ådagalade, att en magnet förhåller sig i elektriskt hänseende såsom en s. k. solenoid, eller såsom ett antal parallela, cirkulära ledare, hvarigenom strömmenkretsar. Enligt Ampères teori för magnetismen behöfver man för att förklara den verkan, som magneter utöfva sinsemellan och på elektriska strömmar eller dessa på magneter, blott tänka sig de sistnämda omkretsade af strömmar i en mot axeln vinkelrät riktning, så att de vid en magnets sydände gå i samma riktning, som visarna kringlöpa på ett ur.

12. Termo-elektricitet. - En ny källa för erhållande af elektriska strömmar upptäcktes år 1822 af den tyske fysikern *Seebeck*. Denne fann nämligen, att när två olika metaller bragtes i beröring, vare sig genom lödning eller genom tryck, och fogen upphettades, så utvecklades i den slutna ledningen en elektrisk ström, hvarjämte en ström i motsatt riktning alstrades vid fogens afkylning. Den första termo-elektriska stapeln konstruerades af Örsted och Fourier, hvilkas apparat förbättrades af Nobili. Styrkan af den så erhållna strömmen är visserligen ganska svag, och termo-elektriciteten har därför endast varit af vetenskapligt intresse, men de senare åren har

man lyckats att åstadkomma termo-elektriska staplar af så pass stor kraft, att de kunnat vinna användande för vissa tekniska ändamål.

13. Inducerade strömmar. - Bland *Faradays* många glänsande upptäckter inom fysiken torde den förnämsta vara de inducerade strömmarne. Han lindade två koppartrådar parallelt med hvarandra i spiral, så att icke någon kontakt mellan dem egde rum, och fann då, att när en ström fick genomgå den ena tråden, ögonblickliga strömmar alstrades i den andra, nämligen vid den primära ledningens slutning och afbrott, hvarvid, i förra fallet de båda strömmarne egde motsatta och i senare fallet lika riktningar. När däremot den primära strömmen oförändrad fortgick, visade sig icke någon inducerad ström. Försvagades densamma, alstrades i den sekundära ledaren en ström i lika riktning, förstärktes den, en ström i motsatt riktning med den primära. Närmades eller aflägsnades de båda ledarne i afseende å hvarandra, inducerades i förra fallet med den primära motsatta, i det senare fallet lika riktade strömmar, under det att ingen verkan gaf sig tillkänna, när de båda ledarne voro orörliga. Äfven inom de särskilda hvarfven af en i spiral upplindad ledare eger en dylik verkan rum, benämd sjelfinduktion, och man benämner den sålunda inom en och samma ledare alstrade induktionsströmmen, hvilken vid flera tillfällen gifver sig tillkänna, för extra ström, och hvars egenskaper först blifvit af *Edlund* undersökta.

Faradays första arbeten öfver induktions-strömmarne utfördes år 1831, och det dröjde icke länge innan vigtigatillämpningar gjordes af den nya upptäckten. Sålunda konstruerade Masson och Breguet en induktionsapparat för att genom den primära strömmens hastiga slutning och afbrytning erhålla kraftiga verkningar, och flera andra för samma ändamål afsedda apparater äro sedermera utförda, hvaribland särskildt må nämnas den af *Ruhmkorff* konstruerade, allmänt använda induktionsapparaten.

14. Elektriska strömmar, alstrade genom mekaniskt arbete. -- En särskild klass af de inducerade strömmarne äro de, hvilka erhållas genom att sätta en magnet och en ledare i rörelse i afseende å hvarandra. Sedan Faraday funnit, att en elektrisk ledare kan inducera en ström i en annan ledare, försökte han att använda en stålmagnet i stället för den primära ledaren. Han upplindade för den skull en koppartråd omkring en stång af mjukt järn och närmade magneten till denna. En ström alstrades då i koppartråden, och en ström i motsatt riktning, när magneten aflägsnades från järnet. Äfven när icke järnstången användes, utan magneten infördes och utdrogs ur koppartrådspiralen, uppkom i denna strömmar af omvexlande riktningar. Men inga sådana strömmar visade sig, när magneten hölls stilla. Dessa iakttagelser äro den grundval, hvarifrån man utgått för konstruktionen af de af *Gramme, W. Siemens, C. W. Siemens, v. Hefner-Alteneck* m. fl. uppfunna magneto- och dynamo-elektriska maskinerna, hvarmed man nu mera frambringar de starkaste elektriska strömmar för elektrisk belysning, för krafters öfverförande m. m., och hvilka strömmar erhållas genom en omedelbar förvandling af mekaniskt arbete till elektricitet. Vi återkomma längre fram till en närmare redogörelse for sådana maskiner.

Huru olika de nu anförda sätten att frambringa elektricitet an äro, så är likväl, såsom 'Faraday genom vidsträckta undersökningar ådagalagt, elektriciteten af samma natur, vare sig att den kommer från elektricitetsmaskinen, Voltas stapel, induktionsapparaten, den termo-elektriska stapeln, den magneto-elektriska maskinen o. s. v. Men visserligen kunna qvantiteten och intensiteten vara ofantligt olika. Den elektricitetsmängd, som så tyst och hastigt sönderdelar ett gran vatten, skulle, säger Faraday, om dess intensitet tillräckligt förstorades, kunna åstadkomma ett kraftigt blixtslag eller 800,000 gånger innehållet af ett starkt laddadt leydnerbatteri.

15. Ohmska lagen. -- Under det att många vetenskapsmän sökte att upptäcka nya elektricitetskällor och nya verkningar hos den galvaniska strömmen, sysselsatte sig andra med utforskandet af de lagar, som bestämma strömmens styrka

under olika omständigheter. Dessa undersökningar förde till en sats af stor betydelse icke blott för den teoretiska elektricitetsläran, utan äfven i lika hög grad för dennas många praktiska tillämpningar. Den tyske fysikern Ohm (1787-1854) uppstälda nämligen år 1826 den sats, att om en ström framkallas i en sluten ledare genom en i denna verksam elektromotorisk kraft, härrörande t. ex. af en Voltas stapel eller en termo-elektrisk apparat, så är den

alstrade strömmens styrka proportionel direkte mot nämda kraft och omvändt mot det motstånd, som utöfvas i hela den ledning, stapeln inberäknad, hvaruti strömmen kretsar. Ohm åskådliggjorde denna sats genom följande betraktelse. Jämför stapeln med ett högt kärl innehållande vatten och den elektriska ledaren med ett smalt horisontalt rör, som utgår från kärlet; vattnet motsvarar elektriciteten. Om röret är mycket långt och trångt, framgår intet eller föga vatten, men om man ökar presshöjden tillräckligt, så att motståndet öfvervinnes, framströmmar vattnet, och detta med så mycket större hastighet ju större presshöjden och ju mindre rörets ledningsmotstånd äro. Det sistnämda växer med rörets längd, men minskas, när dess tvärskärningsarea ökas. På analogt sätt kan man tänka sig förhållandet i stapeln. Är ledningsmotståndet i den tråd, som förenar båda polerna, mycket stort, hvilket är händelsen, om tråden är mycket fin eller har stor längd eller är bildad af en dålig ledare för elektriciteten, så kan denna icke till en märkbar mängd framgå genorn tråden, om icke den elektromotoriska kraften i hög grad växer, men om ledningsmotståndet är ringa, framströmmar elektriciteten lätt, äfven om den elektromotoriska kraften icke är synnerligt stor. En vigtig följd af den ohmska lagen äro de två satser, som den berömde tyske fysikern Kirchhoff uppställt rörande elektricitetens fördelning i ett system af ledare. Vi återkomma härtill äfvensom till andra satser i elektricitetsläran, som äro behöfliga för förklaring af de i tekniken använda instrumenter, apparater, maskiner och metoder för elektricitetens tillämpning, för hvilka vi i det följande af detta arbete lemna redogörelse.

16. Orsaken till de elektriska fenomenen. - Det

är uppenbart, att företeelser sådana som de elektriska, hvilka äro af så egendomlig beskaffenhet och egnade att tilldraga sig uppmärksamhet, måste föranleda många forskningar öfver den orsak som framkallar dem. Vi finna också flera teorier uppstälda tör att förklara de elektriska fenomenen. Sålunda antog Franklin tillvaron af en elektrisk materie, af hvilka kropparne innehålla en viss mängd allt efter deras natur. När en kropp elektriseras, upptager den antingen mera af nämda materie, i hvilket fall kroppen blifver positivt elektrisk, eller ock afgifverhan något däraf, och han blir då negativt elektrisk. *Dufay* och *Symmer* sökte däremot förklaringen af de olika elektriciteterna därutinnan, att två särskilda elektriska fluida skulle flnnas, så att hos en icke elektrisk kropp det skulle vara lika mycket af hvartdera, som således neutralisera hvarandra, hvaremot kroppen skulle blifva positivt eller negativt elektrisk, om det ena eller det andra af de båda fluida vore i öfverskott. Denna dualistiska teori förklarar med lätthet de vanligaste af de elektriska fenomenen, och detta är väl orsaken, att den allmänt blifvit antagen ända till de senaste åren, men numera torde ganska få vetenskapsmän hylla densamma. Man begagnar dock ännu ganska ofta de benämningar, hvartill denna teori föranledt.

En annan teori är uppstäld af *Edlund*, hvilken likasom Franklin antager ett enda elektriskt fluidum, men att detta är etern, hvilken uppfyller världsrymden och mellanrummen i kropparne. En positivt elektrisk kropp skulle ega ett öfverskott, en negativt elektrisk en brist på eter i jämförelse med hvad en neutral eller icke elektrisk kropp innehåller. Edlund har i flera skrifter utförligt utvecklat denna teori och försökt att enligt densamma förklara elektricitetens företeelser.

Men de senare åren har man allt allmännare kommit till insigt af, att elektriciteten likasom ljuset och det strålande värmet härrör af vibrationer. Den engelske matematikern *Maxwell* har först utvecklat en dylik teori, och nyligen har den tyske fysikern *Hertz* genom vidsträckta experimentela undersökningar till fullo bekräftat dennes slutsatser och visat, att de elektriska strålarnes fortplantning i luften sker med lika hastighet som ljusstrålarnes samt att med dem uppstår reflexion, refraktion, interferens m. m. efter samma lagar som för ljuset äro gällandeSe häröfver en uppsats af förf. till detta arbete i Teknisk Tidskrift, 1890, p. 76..) Den skilnad har likväl här visat sig mellan ljus- och elektricitetsstrålarne, att då våglängden hos de förra uppgår till endast i medeltal vid pass 5 : 10,000 af en millimeter, och de längsta vågor, som motsvara de dunkla värme-strålarne, ega en längd af 30: 1,000 mm., så är, enligt Hertz' mätningar, längden af de elektriska vågorna 0,6 à 10 meter.

Men ehuru det är i hög grad sannolikt, om icke bevisadt, att det är genom vibrationer elektriciteten utbreder sig, behöfva vi för dennas praktiska tillämpningar icke i allmänhet taga hänsyn härtill, utan man kan vanligen för att vinna ett enklare och åskådligare framställningssätt utgå från den dualistiska teorien, och vi skola därför begagna

uttrycken elektricitets-mängd, elektricitetens strömning o. s. v., på samma sätt och i samma mening, som man ännu talar om värmemängd, värme-

strömming o. s. v., ehuru man sedan länge vet, att värmet endast är ett rörelsefenomen hos kropparnes minsta delar och hos etern, men icke, såsom man förr trodde, ett ämne, genom hvars tillförande eller borttagande en kropp uppvärmes eller afkyles.

17. De olika slag storheter man i elektricitetsläran tager i betraktande. -- Äfven för de praktiska tillämpningarna är det ett icke ringa antal af olika slag af storheter, som inom elektricitetsläran särskildt förekomma, utom de mekaniska eller allmänt fysiska storheterna. Vi skola anföra de förnämsta af dem.

Strömstyrka eller den *elektriska strömmens intensitet*, hvarigenom man uttrycker den *elektricitetsmängd,* som på tidens enhet strömmar genom en ledare.

Ledningsmotstånd och *ledningsförmåga,* som angifver det hinder ledaren utöfvar mot elektricitetens rörelse och den större eller mindre lätthet, hvarmed denna rörelse i ledaren försiggår. Dessa båda storheter äro mot hvarandra inversa, så att när ledningsförmågan ökas, minskas motståndet i samma förhållande. Betecknas en ledningstråds längd med *l,* dess tvärskärningsarea med *a* och det motstånd den utöfvar med *m*, så är

$$m = \frac{sl}{a},$$

där *s* betecknar det *specifika ledningsmotståndet* hos det ämne, hvaraf tråden är gjord, d. v. s. det motstånd, som utöfvas af en tråd med längden 1 och tvärskärningsarean 1. Vi meddela längre fram uppgifter häröfver.

Elektromotorisk kraft eller den orsak, som i en elektricitetskälla, t. ex. en galvanisk stapel, framkallar utvecklingen af elektricitet. Betecknas denna kraft med *E,* strömstyrkan med *I* och totala ledningsmotståndet i elektricitetskällan och den yttre ledningen med *M,* så kan man på grund af ohmska lagen sätta

$$I = \frac{E}{M},$$

Potential är ett uttryck för en kropps elektriska tillstånd, motsvarande temperaturen såsom angifvande en kropps värmetillstånd, men därmed betecknas tillika den inverkan en elektrisk kropp utöfvar på sin omgifning. Det

tydligaste begreppet om en elektrisk kropps potential får man däraf, att om kroppen genom en fin metalltråd sättes i förbindelse med en metallkula af radien 1, angifves kroppens potential, som vid elektricitetens jämvigt är lika för alla kroppecs delar samt för alla i ledande förbindelse därmed varande punkter, genom den af kulan

upptagna elektricitetsmängden. Potentialen, som genom kroppens verkan utåt erhålles å en punkt hvar som helst, angifves genom den elektriska laddning, som en dylik från kroppen isolerad, men i ledande förbindelse med jorden varande kula genom influens eller statisk induktion erhåller, då dess medelpunkt är anbragt vid i fråga varande punkt; tecknet är dock motsatt den i kulan utvecklade elektricitetens. — Men den vanliga definitionen å potentialen är att uttrycka denna genom det mekaniska arbete, som erfordras för att aflägsna elektricitetsmängden 1 från kroppen eller från den punkt utom denna, hvars potential skall bestämmas, till oändligt afstånd därifrån, d. v. s. så långt att kroppens verkan blifver noll. Potentialen räknas positiv eller negativ allt efter som kroppen är positivt eller negativt elektrisk.I den matematiska utvecklingen af potentialteorien definieras potentialen oftast genom formeln

$$P = \int \frac{dq}{r},$$

där *dq* är den elementära elektricitetsmängden och *r* dennas afstånd från punkten i fråga, hvarjämte integralen utsträckes till kroppens alla element. Jordens potential antages vara noll, emedan en kropp, som sättes i ledande förbindelse med jorden, genast förlorar sin elektricitet.

Potentialskilnad lemnar, såsom namnet antyder, begrepp om den skilnad i potential, som förefinnes mellan två elektriska kroppar eller mellan två punkter, där elektrisk inverkan eger rum, då det är fråga om statisk elektricitet, eller mellan två punkter af samma ledare, så framt det är fråga om dynamisk elektricitet. Om t. ex. en galvanisk stapels eller en dynamomaskins poler förenas med en ledningstråd, i hvilken då en elektrisk ström uppstår, alstrar den elektromotoriska kraften en potentialskilnad mellan dessa poler. Den ena af dessa blifver positivt, den andra negativt elektrisk, och strömmen antages gå från den förstnämda, hvars potential är positiv, till den sistnämda, hvars potential är negativ. Potentialskilnaden är således en följd af den elektromotoriska kraften, och strömmen en följd af potentialskilnaden. Alltid så snart två kroppar med olika potential förenas med en ledande tråd, sker en utjämning af potentialen tills den blifvit lika för båda, i det att elektriciteten strömmar från kroppen med högre till den med lägre potential. Uppkomsten af en elektrisk ström förutsätter alltid en sådan potentialskilnad. Är mellan två punkter af en ledning, där en sådan ström framgår, potentialskilnaden *P,* strömstyrkan *I* och ledningsmotståndet *m,* så är enligt den ohmska lagen, hvilken jämväl i detta fall är tillämplig,

$$I =$$

P

,

—

m

I de flesta fall behöfver man blott taga befattning med potentialskilnaden, men icke med absoluta storleken af potentialen. Denna är å en ledare där en ström framgår ständigt aftagande från den ena punkten till den andra längs ledaren i strömmens riktning, så snart elektriciteten är i rörelse, ehuru konstant i det elektriska jämvigtstillståndet.

Elektricitetens täthet betecknar i fråga om statisk elektricitet mängden af denna per ytenhet vid en konduktor, och den elektriska strömmens täthet är mängden af elektricitet, som per sekund framströmmar per ytenhet genom en ledning.

Tension har förut blifvit använd såsom benämning for hvad man nu kallar potential och begagnas stundom ännu i sådan betydelse. I teorien för den statiska elektriciteten förstår man därmed trycket per ytenhet, som elektriciteten utöfvar på en därmed laddad konduktor.

Laddningskapacitet hos en ledare angifver den elektricitetsmängd han behöfver upptaga för att erhålla potentialen 1. Laddningskapaciteten ökas, om andra ledare äro i närheten, i synnerhet om de stå i förbindelse med jorden. Betecknar e elektricitetsmängden, som en ledare upptagit, C laddningskapaciteten samt P potentialen hos ledaren, så är e=CP. Det är i synnerhet vid laddflaskor och andra kondensatorer äfvensom vid strömmens ledning genom kablar, t. ex. vid underhafstelegrafering, som laddningskapacitetens undersökning ifrågakommer. Vid kondensatorer är det potentialskilnaden mellan de båda beläggningarna man har att införa för P i ofvanstående formel.

Specifik induktionsförmåga eller dielektricitetskonstant är ett tal, som angifver förhållandet mellan de elektricitetsmängder en kondensator upptager för samma potentialskilnad, då olika ämnen användas för isoleringen, hvarvid luftens specifika induktionsfÖrmåga tages till enhet.

Dessutom gifves det åtskilliga andra storheter, hvilka inom elektricitetsläran förekomma, för hvilkas betydelse vi längre fram skola redogöra.

18. Absoluta måttsystem. - Vi skola nu öfvergå till en redogörelse för de enheter man använder för uppmätning af de storheter, vi i det föregående omtalat. Numera sker detta genom enheter, som grunda sig på absoluta måttsystem, d. v. s. sådana, där de fundamentala enheterna för längden, vigten och tiden äfven bestämma de magnetiska och elektriska enheterna. Sedan det franska längd-, yt- och rymdmåttet och de i nära samband därmed varande enheterna för vigten och massan allt

allmännare vunnit insteg och i flera länder äro lagligen fast-stälda samt för vetenskapliga undersökningar allmänt begagnade, är det naturligt att äfven för andra storheters uppmätning göra bruk af enheter, som med de förstnämda stå i sådant sammanhang, att äfven de blifva så vidt möjligt oberoende af godtycket och därför kunna påräkna allmännare tillämpning* och fortfarande bestånd. Det var först Gauss och Weber i Göttingen, som för de jordmagnetiska forskningar, till hvilka de voro upphofsman, försökte införa ett sådant absolut måttsystem, vid hvilka såsom fundamentala enheter användes millimetern, massan af l milligram (vigtsenheten således - milligram*) och sekunden. Ett stort vetenskapligt engelskt samfund, "British Association", föreslog ett annat system, där*i stället centimetern, massan af ett gram och sekunden äro de fundamentala enheterna, och hvilket på grund deraf betecknas med (7.-Gr.-S.-systemet. Detta godkändes i hufvudsak af den internationela elektricitetskongress, som år 1881 vid den i Paris anordnade första stora elektricitetsutställningen sammanträdde,

och de då bestämda enheterna äro numera öfverallt gällande. Det gifves emellertid två omständigheter, å hvilka vi redan nu vilja fästa uppmärksamheten. Till en början bör nämnas, att systemet C.-G.-S. egentligen omfattar två i elektriskt hänseende väsentligt olika måttsystem, nämligen det elektrostatiska och det elektromagnetiska, och att det är det sistnämda, hvilket ligger till grund för de vid elektricitetens praktiska uppmätning godkända enheterna. Vi förstå också alltid i det följande, nar icke annorlunda uttryckligen tillkännagifves, med (7.-6r.-/S.-sy s temet uteslutande det elektromagnetiska systemet af detta namn. Vidare är det att iakttaga, att de elektriska enheter, som tillhöra detta system, endast tjena såsom grundval för de i verkligheten använda enheternas bestämning, men icke omedelbart för mätningen, enär de äro antingen för små eller för stora för detta ändamål. Man har därför fastställt särskilda praktiska enheter, hvilka äro multiplar eller bråkdelar af de absoluta och hvilka man gifvit namn efter de berömda vetenskapsmän, som elektricitetsläran förnämligast har att tacka för sin utveckling.

19. De absoluta mekaniska enheterna. - Då vi nu

något närmare skola taga i betraktande det absoluta måttsystemet C.-G.-S., böra vi till en början omnämna de mekaniken och den allmänna fysiken tillhörande enheterna. De äro förnämligast:

*) g betecknar här som vanligt accelerationen vid fritt fall i lufttomt rum.16 ELEKTEICITETSLÄRANS UTVECKLING OCH FÖRNÄMSTA SATSER.

Enheten tör längden, centimeter, hvilken är hundradelen af meternormalmåttet i Paris.

Tidens enhet, som har är sekund.

Vigtens enhet, dyne, som är - gram, således helt nära TJAT gram.*) 9

Kraftens enhet är den kraft, som åverkande massan af l gram gifver den accelerationen l centimeter. Enär

kraften = massan X accelerationen, så blifver i följd af definitionen enheten för kraften jämväl -

i/

gram eller dyne. Vi erinra om att massan hos en och samma kropp är konstant, men att tyngdkraftens verkan därpå är olika vid olika afstånd från eqvatorn och vid olika höjd öfver hafsytan. Vid dennas nivå skulle en vigt af l gram utöfva 978,10 dyne tryck på sitt underlag, om den vore vid eqvatorn, men 983,11 dyne vid polen.

Arbetets enhet, er g, är det arbete, som förrättas af kraftenheten dyne under l centimeters väg. Man har således

l kilogrammeter = 981 - 105 erg.

Effekten eller det mekaniska arbetet per sekund erhålles därför i absolut mått genom att dividera arbetet i erg med antalet sekunder, under hvilket det förrättats.

Hästkraften, hvilken efter det franska måttsystemet uttrycker en effekt af 75 kilogrammeter per sekund, skulle således vara

75 . 981 . 105 = 736 - 107 erg per sekund.**)

Sedan metersystemet numera är gällande i Sverige, bör äfven den svenska hästkraften hafva samma värde, likasom den i Tyskland och Italien antagits i samband med nämda system. Någon laglig bestämmelse häröfver finnes likväl icke i vårt land. - Den engelska hästkraften är något större, nämligen 746 . 107 erg per sekund.

VärmeenJietens mekaniska eqvivalent, d. v. s. det mekaniska arbete, som motsvarar en värmeenhet, antages numera vanligen i absolut mått till 4,2 . 107 erg, då det är l gram-värmeenhet, som tankes förvandlad till arbete.

2O. De absoluta magnetiska enheterna. - För

flera delar af elektrotekniken är kännedomen om de magnetiska

*) Accelerationen g i Stockholm är dock närmare 982 cm., men vi bibehålla här det allmänt antagna medelvärdet 981.

**) En annan enhet, benämd Poncelet = 100 kilogrammeter per sekund, har af 1889 års kongress för tillämpad mekanik antagits vid sidan af hästkraften.

enheterna af stor vigt, och de stå för öfrigt i nära samband med de elektriska enheterna i det elektromagnetiska systemet C.-G.-S. I första rummet har man att betrakta:

Enheten för den magnetiska qvantiteten eller för intensiteten hos en magnetpol. Om vi tänka oss två lika magnetiska poler på l cm. afstånd från hvarandra, så utöfva de sins emellan en repulsion, och om denna just är l dyne, så ega de magnetiska polerna hvardera qvantiteten l magnetism eller deras intensitet är 1.

Uttrycker man den jordmagnetiska kraftens horisontala komposant i de nu ifrågavarande absoluta enheter, blifver dess värde för mellersta Sverige omkring 0,16. Detta betyder, att om en magnetnål, som är fritt rörlig i ett horisontalplan och hvars poler ega intensiteten l, vrides vinkelrätt mot magnetiska meridianen, måste man för att qvarhålla henne i detta läge använda vid hvardera polen en kraft af 0.16 dyne, motsatt riktad mot nämnda komposant vid båda polerna. För olika ställen är denna komposant något olika, så att t. ex. den i norra Sverige är något mindre, omkring 0,145 och i södra Sverige något större, vid pass 0,17. Äfven vid olika punkter inom samma byggnad visar den sig något olika, beroende på det inflytande i närheten varande järnmassor utöfva. Vid en å Tekniska Högskolans fysiska kabinett nyligen gjord bestämning erhölls värdet 0,15996. - Om de af Gauss och Weber först begagnade absoluta enheter användas, uttryckes den jord-magnetiska kraften med 10 gånger så stora värden.

Enheten för magnetiska momentet utgör momentet af en magnetnål, hvars längd är l cm. och hvars poler ega hvardera intensiteten 1. En annan magnet, hvars längd eller afstånd mellan polerna är l cm. och hvars poler ega qvantiteten (J magnetism hvardera, har följaktligen momentet jul. Vi erinra om, att man icke får räkna hela stångens eller nålens längd såsom magnetens längd, utan att denna blott får antagas till | af den förra.

Enheten för magnetiseringsintensiteten är den intensitet, som innehålles af l kbcm., hvars magnetiska moment är 1. Hos en magnetstång, hvars magnetiska moment är /// och hvars volym är v kbcm., uttryckes magnetiseringsintensiteten genom förhållandet {id: v. Om a betecknar en cylindrisk eller prisma-tisk magnetstångs tvärskärningsarea och således v = al, kan magnetiseringsintensiteten följaktligen sättas jit: a.

Enheten för det magnetiska fältets intensitet är intensiteten hos ett fält, d. v. s. det en magnet omgifvande rum, där en magnetpol, som innehåller qvantiteten l magnetism, åverkas med en kraft af l dyne. Om en pol med intensiteten ^ åverkas af en kraft F dyne, så är fältets intensitet vid den punkt,

där polen befinner sig, F: tu. Detta förhållande angifver tilllika antalet Jcraftlinier eller det magnetiska kraftflödet per qvcm. vid samma punkt. Vi återkomma till en närmare redogörelse härför.

21. De absoluta enheterna för strömstyrkan ock elektricitetsmängden i det elektromagnetiska systemet C.-G.-S. - Man utgår härvid från en af Laplace samt Biot och Savart uppstäld lag, rörande den verkan, som eger rum mellan en magnetpol och ett element af en ledare, genom hvilken en elektrisk ström framgår. Enär denna lag är af stor betydelse,, skola vi här något närmare redogöra för densamma.

Låt l vara längden af i fråga varande element af ledaren, genom hvilken en ström med intensiteten i framgår, samt /u qvantiteten magnetism eller intensiteten hos polen, hvars afstånd från elementets midtpunkt är & och slutligen a vinkeln mellan elementet och nämda afståndslinie (se fig 1), så är den elementära kraft, hvilken utöfvas mellan strömelementet och magnetpolen

f Jc/uil sin « / *= p >

där k är en konstant. Riktningen af denna kraft är vinkelrät mot planet genom polen och den elementära ledaren, men är enligt lagen för likheten mellan verkan och motverkan åt motsatt håll vid den ena och andra af dem. Tänker man sig liggande på elementet, så att strömmen ingår vid fötterna och man betraktar polen, som vi antaga vara nordpol, är den på denna verkande kraften riktad från fi mot venster. På l verkar den då åt motsatt håll.

För bestämning af strömstyrkans enhet antaga vi, att en ledare i form af en cirkelbåge har l cm. radie och l cm. bag-längd och att vid dess medelpunkt en pol med qvantiteten l magnetism befinner sig samt att en genom ledaren gående ström åverkar magnetpolen med en kraft af l dyne; då är styrkan l hos strömmen. Man har i detta fall i ofvanstående formel, om vanligen benämnes efter Biot och Savart,

fi = l; i = l; b = l; sin cc = l; och således f = M.

FIG. l.DE ABSOLUTA ENHETERNA FÖR MOTSTÅNDET. 19

Men samtliga element i ledaren åverka magnetpolen med krafter, riktade åt samma håll, nämligen vinkelrätt mot ledarens plan, så att resultanten F af dem alla är

F = Jc = l dyne.

Biot och Savarts lag angifves således i det absoluta elektromagnetiska systemet genom formeln

" pil sin « / = p->

der f erhålles i dyne, om l och & äro i centimeter samt //och i i de tör magnetiska och strömintensiteten antagna enheter. Vi skola längre fram göra bruk af denna formel i fråga om galvanometrars konstruktion och beräkningen af dynamomaskiners effekt.

Elektricitetsmängdens enhet angifves genom den mängd elektricitet, som på l sekund genomgår en ledare, där ström-styrkan är 1. Att denna uppfattning af sambandet mellan strömstyrkan och elektricitetsmängden är riktig, framgår bland annat af ett fo'rsök af Villari, vid hvilket en ström, som oupphörligt afbröts och å nyo slöts, visade hälften så stor styrka, som då den fortfarande var verksam, när tiderna för afbrott och slutning- voro lika långa.

22. De absoluta enheterna för motståndet, elektromotoriska kraften och potentialskilnaden i det elektromagnetiska systemet C.-G.-S. - Man kan för dessas bestämning utgå från Joules lag rörande värmeutvecklingen i en ledare, genom hvilken en elektrisk ström framgår. - Enligt denna är

W = ci*mt

där W är den värmemängd, som utvecklas på t sekunder i en ledare, hvars motstånd är m, då den genomgås af en ström med styrkan L Enär värme och mekaniskt arbete äro med hvarandra eqvivalenta, kan man uttrycka i fråga varande värmemängd genom det motsvarande mekaniska arbetet, och man kan tillika välja enheten för motståndet så, att c blifver 1. Då erhåller man

A = i*mt erg

som uttryck för Joules lag. Antages nu -4=1, t = l och i = l, så erhålles äfven m = 1. Enheten för det elektriska ledningsmotståndet är således det motstånd, som utöfvas af en ledare, i hvilken på l sekund alstras en värmemängd motsvarande l erg af en ström, hvars styrka är = 1.20 ELEKTRICITETSLÄRANS T/TVECKLTNG OCH FÖRNÄMSTA SATSER.

På grund af ohmska lagen får man sedermera enheten för elektromotoriska kraften samt för potentialskilnaden bestämd, såsom den elektromotoriska kraft, hvilken förmår att i en ledare, hvars, motstånd är = l, alstra en ström, hvars styrka är = 1.

. Enheten för laddningskapaciteten i det elektromagnetiska systemet C.-G.-S. - Man har såsom vi förut

antydt (§ 17)

e - CP,

där e är elektricitetsmängden, en ledare med laddningskapaciteten C upptagit vid potentialen P.

Antaga vi här e = l och P = l, erhålles (7=1. Enheten för laddningskapaciteten är således jämväl kapaciteten hos en ledare, hvilken, laddad med elektricitetsmängden l, erhåller potentialen l, eller hos en så laddad kondensator som gifver potentialskilnaden l mellan beläggningarna.

De definitioner, som nu lemnats å de absoluta magnetiska och elektriska enheterna, angifva visserligen dessas samband sinsemellan och med de fundamentala enheterna för längden, massan och tiden, men den verkliga bestämningen af magnetiska och elektriska storheter i dylika enheter och således dessas uttryck i verkligen mätbara storheter är förenad med betydande svårigheter och tillhör den experimentela fysikens svåraste problem. Man finner också, att forskare, som härmed sysselsatt sig, erhållit i vissa fall från hvarandra tämligen afvikande värden. Vi skola snart anföra exempel i detta hänseende.

24. De praktiska enheterna för elektricitetens

uppmätning. - Såsom vi förut nämnt, äro enheterna i det elektromagnetiska systemet C.-G.-S. icke lämpliga att omedelbart för mätningar användas. Motståndsenheten är nämligen så liten, att den blott utgör det motstånd, som utöfvas af en koppartråd med l mm. diameter och ^iraM mm. längd; och jämväl enheten för den elektromotoriska kraften är ytterst liten, så att ett galvaniskt elements elektromotoriska kraft skulle uttryckas genom ett ofantligt stort tal. Å andra sidan är en-dieten för strömstyrkan väl stor. På grund häraf har man fastställt följande praktiska eller tekniska enheter, hvilka grunda sig på de anförda absoluta enheterna. De äro:

Ohm, enjieten för det elektriska ledningsmotståndet, hvilken är 109 gånger den motsvarande absoluta enheten. - Det bör dock anmärkas, att den internationella elektricitetskongressen i Paris år 1884 så till vida förändrat 1881 års kongress beslut, att den fastställt såsom laglig ohm det motstånd, som vid 0° temperatur utöfvas af en qvicksilfverpelare af l qvmm. tvär-

skärning och 106 centimeter längd. Orsaken härtill är, att då motståndsenheten är af så stor praktisk betydelse, förändringar däruti icke gärna vidare få förekomma, och då sådana icke skulle kunna undvikas, om man bibehöllo den ursprungliga definitionen, är det bättre att fastställa ett bestämdt värde å den praktiska motståndsenheten, hvilket så nära som möjligt öfverensstämmer med det verkliga. Den nu antagna legala ohmen sammanfaller ock helt nära med den teoretiska. Så t. ex. har Boiti'f\mnii dennas värde 105,896, Wild (korrigeradt värde) 106,18, Rowland 106,30, Kohlrausch 106,32, Dorn 106,24, Wuilleumier 106,27 o. s. v., hvilka värden icke mycket afvika från det antagna värdet 106.

Volt, enheten for den elektromotoriska kraften och potentialen är antagen = 108 gånger den motsvarande absoluta enheten. För att lemna begrepp om dess värde vilja vi nämna, att den nära öfverensstämmer med den elektromotoriska kraften af ett Daniells element. Hos detta är nämligen den elektromotoriska kraften vid nedannämnda sammansättning hos vätskorna, omgifvande den amalgamerade zinken och kopparen:

Kring zinken Kring kopparen Volt

l del svafvelsyra mättad koppar-") 4 » vatten sulfatlösning / ' ' ' '

l ..» svafvelsyra }

10 ,, d:o ->.... 0,978

12 » vatten /

Vid en Holtz' elektricitetsmaskin kan den elektromotoriska kraften uppgå till 50,000 å 90,000 volt.

Ampere, enheten för strömstyrkan, är = 10'1, d. v. s. en tiondedel af den motsvarande absoluta enheten. Den kan för öfrigt enligt den ohmska lagen sättas

volt

ampere = - - A ohm

Coulomb, enheten för elektricitetsmängden, är äfven = 10~1 af den motsvarande absoluta enheten, och den kan jämväl uttryckas såsom den elektricitetsmängd, hvilken på en sekund framkommer genom en ledning, när en elektrisk ström af l ampere där framgår. - l ampere-timme är därför = 3,600 Coulomb.

Fårad, enheten för laddningskapaciteten, är kapaciteten hos en ledare, som laddad med l Coulomb gifver l volt potential, eller hos en kondensator, i hvilken laddningen med l Coulomb lemnar l volt potentialskilnad mellan polerna. Om den ena beläggningen af kondensatorn står i förbindelse med jorden, erhåller den potentialen noll, och den andra beläggningen skulle

då upptaga l Coulomb elektricitet lör att erhålla potentialen l volt. Man har l fårad == 10"9 gånger motsvarande absoluta enhet. - Men faraden är allt för stor att praktiskt användas, och man har i stället såsom enhet för laddningskapaciteten mikrofarad, som är en milliondels fårad eller 10~lö gånger motsvarande absoluta enhet.

Stundom begagnar man förutom de olika praktiska enheter, hvilkas betydelse vi nu anfört, jämväl högre och lägre enheter, hvilka erhållas genom multiplikation eller division med l million och hvilka angifvas genom att framför sättes mega (stor) eller mikro (liten). Mest använda äro, utom den nyss omtalade mikrofaraden,

megohm = 106 ohm; mikrohm = 10"6 "

25. Enheterna för det elektriska arbetet och den elektriska energien. - Enligt hvad vi förut (§ 22) lärt känna, är det mekaniska arbete, som är eqvivalent med den värmemängd, hvilken på t sekunder utvecklas i en elektrisk ledare med motståndet m vid strömstyrkan i, allt i absoluta enheter tillhörande det elektro-magnetiska systemet 'C.-Gr.-S,

A = i*mt erg.

Detta är den elektriska strömmens arbete i ledaren. Betecknar p potentialskilnaden mellan ledarens ändpunkter, är enligt ohmska lagen

. P 1 - m> och man kan därför sätta

A - - t = pti erg. m * ö

Den elektriska energien uttryckes genom arbetet per sekund, och är således i absolut mått

E = i2 m - - = pi ers. m * ö

Den totala elektriska energien hos en elektricitetskälla, t. ex. en stapel eller en dynamomaskin, hvars elektromotoriska kraft är £ och totala motstånd är ml9 är därför ock

E± = i2 w± =* - = ei erg.

Om vi i stället uttrycka de betraktade qvantiteterna i de praktiska enheterna och låta M vara motståndet i ohm,

ströinatyrkan i ampere, P potentialskilnaden och E elektromotoriska kraften i volt, så är

m = 109 M ; i - 10-1 7; p - 108 P; e - 108 JE;

l erg = - 10" 7 kilogrammeter, om g = 9,8 1 meter. y

Häraf följer det elektriska arbetet

A PM . P* . Ptl . ., A = - t = - T=-= r = - kilogrammeter

och den elektriska energien

PM P2 PI

E = - = - »> = - kilogrammeter.

Den totala elektriska energien hos en elektricitetskälla blifver därför

p jf J5* £1 E, - -y-i = _ - - kilogrammeter.

Den elektriska hästkraften erhålles genom att dividera E., med 75 (jämför § 19).

1889 års elektricitetskongress i Paris har antagit nya en-åeter för det elektriska arbetet och den elektriska energien, nämligen:

enheten för det elektriska arbetet joule = 107 gånger motsvarande absoluta enhet och således

l joule = volt-coulomb, d. v. s. det arbete elektricitets -mängden l Coulomb förrättar under en elektromotorisk kraft af l volt;

samt enheten för den elektriska energien watt = 107 gånger motsvarande absoluta enhet och således

l watt = volt-ampere eller l joule per sekund eller den energi, som utvecklas af l ampere under en elektromotorisk iraft af l volt.

l elektrisk hästkraft « 736 watt.

Enheten watt har redan några år varit i praktiken an-Tänd och är fullt berättigad. Däremot torde enheten joule icke Tara af behofvet synnerligen påkallad, och det torde därför vara tvifvelaktigt, om den vinner allmännare tillämpning.

26. Elektriska enheter, som fordom bli fylt använda. - Innan de nu omtalade praktiska enheter blifvit införda, har man gjort bruk af åtskilliga godtyckligt antagna enheter, af hvilka vi här skola anföra de förnämsta.

Siemens enhet eller det motstånd, som utöfvas af en qvick-silfverpelare af l meters längd och l qvmm tvärskärning och

hvars temperatur är Oö. Denna enhet är således mindre än ohm, hvilken är 6 procent större än Siemens enhet. Vanligen gör man bruk af en nysilfvertråd, upplindad i form af en rulle och innesluten i en trädosa (se fig. 2). Trådens ändar stå i ledande förbindelse med hvar sin metallstång. Denna är å ena

änden försedd med en kläm-FIG. 2. * skruf för att kunna upptaga

en ledningstråd, å den andra med en liten tapp för att i stället kunna nedsättas i ett kärl med qvicksilfver.

Det bör anmärkas, att enär nysilfvertrådens motstånd växer med temperaturen, korrektion bör göras i fall tråden vid försöket är varmare eller kallare än den var, då justeringen egde rum, hvilken temperatur är angifven å dosan. Enligt Lenz är för den af Siemens använda tråden tillväxten i motstånd för 1° temperaturförhöjning 0,000429*).

Såsom enhet för den elektromotoriska kraften gjorde m an förr bruk af den tillhörande något galvaniskt element, vanligen. Daniells, men denna är ingalunda konstant, såsom vi redan förut antydt.

Hvad åter beträffar intensiteten eller strömstyrkan, eller med andra ord elektricitetsmängden, som på tidens enhet framgår i en ledare, använde man för dess uppmätning antingen strömmens egenskap att föranleda en kemisk sönderdelning af en sammansatt vätska eller ock dess förmåga att åstadkomma en magnetisk verkan. Man har därför ock kommit att göra bruk af olika enheter. Sådana äro:

Jacöbis enhet är styrkan af en ström, som förmår att på en minut sönderdela vattnet, så att l kubcm knallgas erhålles,, hvarvid gasen antages hafva Oö temperatur och ett tryck af 760 mm qvicksilfverpelare. - En kubcm sådan gas väger 0,5363 milligram.

"British Associations" äldre enhet, benämd ivéber*} per sekund eller blott weber, motsvarar l ampere. En weber ut faller 1,19 gram koppar per timme och sönderdelar på l sekunå 0,0 9 3 7 3 milligram vatten eller i allmänhet en bråkdel af 0,01 0415-

*) Journal de Physique, T. VII, p. 351.

**) Det bör dock anmärkas, att man äfven stundom gifvit benämningen-weber åt en strömstyrka blott en tiondedel af den förutnämnda, hvilken enhet tillhör ett af de absoluta måttsystemen. Denna olikhet har föranledt mycken förvirring, så mycket mera som ännu andra enheter fått samma benämning. Det är för att undgå denna olägenhet, som elektricitetskongressen i Paris år 1881 i stället infört benämningen »ampere».

af ett ämnes eqvivalent, uttryckt i milligram. Styrkan af den ström, som på en sekund sönderdelar l eqv. i milligram af ett ämne, skulle då vara lika med 96, o l weber eller helt nära 96 weber*). Denna enhet skulle sålunda vara 10,486 gånger större än den förutnämnda.

27. De elektriska enheternas tillämpning i fråga om uppmätning af Yexelströmmar. - Hvad vi hittills anfört har uteslutande haft afseende å elektricitetskällor, som lemna konstanta och likriktade strömmar. Men inom tekniken använder man jämväl och i vidsträckt skala strömmar, hvilkas styrka och riktning oupphörligt förändras. Vanligtvis har man då att göra med strömmar, hvilkas elektromotoriska kraft periodiskt förändras och byter om tecken två gånger under en period. Vi skola antaga, att eden under namn af sinusoid kända. kurvan uttrycker lagen för den periodiska förändringen, hvilket nära öfverensstämmer med verkliga förhållandet vid vexelström-maskiner, och vi skola taga i betraktande huru de förut omtalade enheterna i så fall kunna tillämpas.

Vi antaga härvid följande beteckningar: Et den elektromotoriska kraften efter tiden t, räknad från det

Ögonblick denna kraft är noll; Em maximivärdet af denna kraft; M totala motståndet hos den elektriska ledningen, däruti inbe-

gripen elektricitetskällan; It strömstyrkan efter tiden t] Im maximivärdet af strömstyrkan; E* den elektriska energien efter tiden t; Ei elektriska energiens medelvärde; T tiden för en fullständig period; A elektriska arbetet under en half period.

Man har då i enlighet med de allmänna lagar, som äro gällande för oscillerande rörelser,

Et=Em sin

in (2 TT j äfvensom enligt ohmska lagen, som äfven här är gällande,

A -$*(»"{). Den elektriska energien efter tiden t skulle då vara

~*- sin2 1 2 TT j

*) Mascart: Comptes Reudus de l'Academie des Sciences, 11 juli 1881.26 ELEKTRICITETSLÄRANS UTVECKLING OCH FÖRNÄMSTA SATSER.

Fig. 3 lemnar begrepp om, hur dessa qvantiteter variera under förloppet af en hel period. På den räta linien OT äro stycken OQ, OT... afsätta från punkten O, proportionela mot tiden t. Man har stycket OT == T och OQ = \ T. Kurvan OEIQEIT är en sinusoid, hvars mot OT vinkelräta ordinater angifva efter någon antagen skala den elektromotoriska kraftens och strömstyrkans storlek. Beräkningen visar, att den elektromotoriska kraftens medelvärde är 2

-Em = 0,6366 Em

n

samt strömstyrkans medelvärde

2t Jlim r^ -r

--- = 0,6366 Im

äfvensom det under en half period, d. v. s. under tiden utvecklade elektriska arbetet*)

ILT

*) Ofvanstående formler kunna utan svårighet härledas med integralkalkylens tillhjälp. Man har nämligen medelvärdet för den elektromotoriska

irr

kraften = 7^71 Et dt, af hvilket uttryck man genom insättning af värdet å

o Et och efter integration får det anförda värdet. Likaså är medelvärdet för

l_fiT fiT

.strömstyrkan =^tlt dt samt arbetet under en halfperiod = MJI* dt, hvar-

0 O

.af de värden vi ofvan angifvit erhållas.

Den elektriska energiens medelvärde under en hel period är Et .= ^ = \M?n

Man kan äfven på annat sätt finna ett uttryck för den elektriska energiens medelvärde, ty man har

E± = M(P\

där tecknet (P) angifver medelvärdet af qvadraterna på strömstyrkan under perioden. Jämföres detta uttryck med det föregående, får man

(!")-!£

äfvensom hvad man kallar den verksamma strömstyrkan

Ven = i,yf- 0,707 im. _

Strömstyrkans medelvärde är helt nära 0,9"J/CZ2).

De mätapparater, hvarmed vexelströmmarnes styrka bestämmes och som i nästa kapitel skola beskrifvas, gifva just den verksamma strömstyrkan, hvars qvadrat efter multiplikation med M lemnar den elektriska energiens medelvärde, såsom nyss nämndes.

Med den elektromotoriska kraften eger ett liknande förhållande rum. Man kan här sätta

E -

1

M '

där (JE*) betecknar medelvärdet af qvadraterna på den elektromotoriska kraften eller qvadraten på hvad man kallar den verksamma elektromotoriska kraften, hvilken af mätinstrumenten bestämmes. Multipliceras detta värde å E± med det nyss förut funna, erhålles

E: = (#.) CD

eller

E± = l/^XP).

Det synes af detta uttryck, att medelvärdet af den elektriska energien äfven bestämmes genom produkten af den verksamma elektromotoriska kraften och den verksamma strömstyrkan. Däremot lemnar produkten af elektromotoriska kraftens och strömstyrkans medelvärden blott vid pass 0,81 E±.

28. RiittYiiiida och undulatoriska strömmar. - I

vissa fall gör man bruk af elektricitetskällor med strömmar af vexlande riktning, där med tillhjälp af en commutator strömmen i den yttre ledningen på så sätt omkastas, att den alltid erhåller samma riktning. Vi skola benämna sådana strömmar

rättvända. De äro visserligen likriktade, men icke konstanta, utan den elektromotoriska kraften och strömstyrkan variera oupphörligt mellan noll och vissa maximivärden, ehuru icke tecknet ombytes såsom förhållandet är med vexelströmmar. Äfven de magneto- och dynamoelektriska maskinerna, afsedda att lemna konstant ström, uppfylla strängt taget icke detta vilkor, utan strömmen blifver mer eller mindre undulatorisk. Men dessa variationer blifva ytterst små vid de bättre maskinerna af detta slag, ehuru de kunna genom särskilda medel iakttagas. Dessutom finner man vid rättvända och undulatoriska strömmar, att de för konstanta strömmars uppmätning vanligen begagnade instrument lemna ett mindre värde än det rätta, emedan utslaget vid dessa är

proportionel med strömstyrkans medelvärde, under det att, såsom vi i de näst föregående anfört, den verksamma strömstyrkan är något större.

39. Själfinduktion. - De senare åren har man allt mer uppmärksammat det inflytande de särskilda delarne af samma ledare utöfva på hvarandra vid genomgången af en ström ined föränderlig styrka eller riktning, och man har äfven funnit sig föranlåten, att vid beräkning af detta inflytande göra bruk af särskilda enheter, stående i samband med det absoluta elektromagnetiska systemet C.-G.-S.

Det hinder, som en elektrisk ström i en ledare möter, är icke endast beroende på ledningsmotståndet i vanlig mening, utan den s. k. Själfinduktionen*}, som utöfvas från en del af ledningen jpå en annan del, spelar härvid en lika vigti^ rol. Den extra ström, som de särskilda hvarfven i en trådspiral framkallar vid slutning och afbrytning, är en yttring af Själfinduktionen, men denna har en mera omfattande betydelse, som varit föremål för flera såväl matematiska som experimentela forskningar. Äfven vid dynamomaskinerna spelar Själfinduktionen en vigtig rol, visserligen i första rummet vid vexelström-maskiner, men jämväl vid maskiner för konstanta strömmar. Huru stort inflytande Själfinduktionen kan utöfva i vissa fall, visar följande exempel. Vid en fabrik i Frankrike ville man pröfva kablar, som skulle användas vid en elektrisk belysning med Jablochkoffs brännare. Hela ledningen och brännarne anordnades såsom de i verkligheten skulle vara, men för utrymmets skull fingo kablarne till större delen ligga hoprullade i ringar. Mr då strömmen från vexelström-maskinen fördes därigenom, befans det vara omöjligt att antända brännarne. Detta berodde på Själfinduktionen mellan de särskilda hvarfven af

*) Såväl i franska som engelska verk öfver elektriciteten användes härför benämningen »selfinduction».

kabeln. Först sedan kabeln blifvit upprullad och Själfinduktionen sålunda förminskad, kommo brännarne i verksamhet.

För att angifva storleken af denna inom en ledare uppkommande induktion har man i räkningen infört själfinduktionskoefficienten. I ändamål att angifva dess betydelse skola vi tänka oss en elektricitetskälla, hvars elektromotoriska kraft är E och verkliga motståndet i hela strömkretsen är M. När ledningen slutes, uppstår en extra ström i motsatt riktning mot den ström, som slutligen vid jämnvigt däri framgår. Helmholtz har visat, att styrkan af denna extra ström t sekunder efter slutningsögonblicket uttryckes genom formeln

77T Mt Mt

Jli -- ^~ -,. -- 7-

2 - _ . p i-i - l p J~i

*~M ~le

dar e betecknar basen för de naturliga logaritmerna, I den slutliga strömstyrkan samt L en af ledningens form, storlek och beskaffenhet i öfrigt beroende qvantitet, hvilken just är själfinduktionskoefficienten. I följd häraf blifver den verkliga strom-styrkan It

t _ I~.I-i = I\\ - e

Det kunde synas, som om strömstyrkan It icke blefve lika med det normala värdet I förr än efter en oändligt lång tid, men i verkligheten blifver i mycket snart oändligt liten och så mycket förr ju större motståndet M är och ju mindre själfinduktionskoefficienten L är. I vissa fall kan denna tid uppgå till flera sekunder. Då L är noll, hvilket åtminstone ganska nära är händelsen vid blott svagt böjda ledningstrådar och ännu fullständigare vid adynamiska ledare med dubbla trådar, blifver It = J, och den ohmska lagen är omedelbart gällande.

Den elektricitetsmängd*), som motsvarar extra strömmen vid slutningen, erhålles af formeln

åL L. M' M'

och är således lika med elektricitetsmängden, lemnad af den konstanta strömmen l under tiden L : M.

Vid af brottet alstras jämväl en extra ström, men man kan ej bestämma den härvid utvecklade elektricitetsmängden, emedan

*) Den är nämligen

r_Mt IJe L dt,

o

hvilket uttryck efter integration lemnar ofvanstående värde, då man inför / = E : M.30

motståndet varierar från O till OD efter en obekant lag. Men om man tänkte sig elektricitetskällan plötsligt ersatt med en ledare, utöfvande lika stort motstånd, eller med andra ord, om man tänkte sig den elektromotoriska kraften på en gång upphöra, skulle lika mycket elektricitet utvecklas som vid slut-ningen och samma lagar, som vi anfört i afseende på denna, ega tillämpning.

Såsom vi i nästa paragraf skola visa, kommer själfinduktionskoefficienten att i det elektromagnetiska systemet C.-G.-S. uppmätas i centimeter. 1889 års elektricitetskongress i Paris har antagit en motsvarande praktisk enhet, hvilken benämnes qvadrant och som bestämmes däraf att

l qvadrant =» 109 centimeter.

Denna enhet öfverensstämmer väsentligen med en af Ayr-ton och Perry förut i elektrotekniken införd enhet för Själfinduktion, som de kallat secohm.

Yi vilja slutligen nämna, att man använder benämningen tidskonstant för förhållandet L: M mellan en lednings själf-induktionskoefficient och dess motstånd. Då L uttryckes i qvadranter och M i ohm, erhålles tidskonstanten i sekunder. Ju mindre tidskonstanten är, desto hastigare inträder vid en ströms slutning det normala tillståndet.

3O. Dimensioner hos enheterna i det elektromagnetiska systemet C.-G.-S. - Man kan vid flera tillfällen äfven vid tekniska beräkningar med fordel taga hänsyn till de dimensioner, som de vid elektriska mätningar använda enheter ega. Vi skola därför taga dessa i betraktande.

De fundamentala enheternas, längdens, massans och tidens dimensioner betecknas med [L], [M] och [T] samt ytenhetens och volymenhetens dimensioner med [L*] och [Z3]. Enär hastigheten är en längd, dividerad med en tid, blifver dess enhets dimension [LT'1]. Accelerationens enhets dimension måste då vara [LT~2], samt då kraften är en produkt af massan och accelerationen erhåller dess enhet dimensionen [LMT~*]. Arbetets enhets dimension fås häraf till [L2 MT~2], äfvensom effektens dimensioner [L2 MT~3].

För bestämning af dimensionen till den magnetiska qvan-titeten eller intensiteten hos en magnetpol utgå vi från Coulombs bekanta lag

_ mm'

d2 'DIMENSIONEN HOS ENHETERNA I SYSTEMET C.-G.-S. 31

Antaga vi här m = m', är tydligen

m2 = [LMT~2][L2]

och således ifrågavarande enhets dimension [tf M^T"1]. Magnetiska momentets enhets dimension följer häraf

[L*M* T'1].

Magnetiseringsintensitetens enhets dimension blifver däremot

[L~* Jf2 T'1], samt för enheten till det magnetiska fältets intensitet, hvilken är en kraft, dividerad med en qvantitet magnetism, [LMr2]: [tf M* T'1] = [L-*M1 T'1].

De nu anförda enheterna och deras dimensioner äro gemensamma för de elektrostatiska och elektromagnetiska systemen C.-G.-S, men de vi nu skola omtala tillhöra uteslutande det sistnämnda.

Strömstyrkans enhets dimension han härledas ur Biot och Savarts lag, hvilken (se § 21) uttryckes genom formeln

" ^ pil sin a / p

eller

/ni sin rc

På grund häraf blifver sistnämnda dimension

[L3 MT'2] : [tf M1 T"1] -[i1 Jf* T"1],

samt dimensionen för elektricitetsmängdens enhet [tf

Elektromotoriska kraftens och potentialskilnaden enhets dimension kan bestämmas på grund af att den elektriska energien kan uttryckas genom produkten af ström styrkan och den elektromotoriska kraften, och således den sistnämnda genom en effekt, dividerad med en strömstyrka. I fråga varande dimension erhålles således till

[L2 MT'"] : [tf M^ T"1] - [L* M1 T'2].

På grund af ohmska lagen får man sedan dimensionen för ledningsmotståndets enhet

[tf M1 T"2] : [tf M1 T"1]

således samma dimension, som vi förut funnit tillhöra hastigheten.

Enär laddningskapaciteten angifves genom en elektricitetsmängd, dividerad med "en potentialskilnad, blifver dess enhets dimension32 ELEKTKTCITETSLÄRANS UTVECKLING OCH>FÖRNÄMSTA SATSER.

Enligt hvad vi i näst föregående paragraf funnit, är elektricitetsmängden, som sättes i rörelse genom extra strömmen vid ledningens slutning, lika med produkten af elektromotoriska kraften med själfinduktionskoefficienten, dividerad med motståndet upphöjdt till qvadrat. På grund häraf blifver dimensionen för själfinduktionskoefficientens enhet

[L2 T~2] [L1 M1] : [U M 4 T"2J = [L]

och öfverensstämmer således med längdenhetens dimension. Man angifver således denna koefficient i centimeter, då den uttryckes i absoluta enheter.

31. Om det elektrostatiska systemet C.-G.-S. -

Ehuru det endast är det elektromagnetiska systemet, som är af praktisk betydelse, vilja vi anföra några uppgifter af vetenskapligt intresse rörande det elektrostatiska systemet.

Man utgår här för bestämmande af enheten för elektricitetsmängden från Coulombs formel

Antaga vi r = l centimeter och F = l dyne, äfvensom q - q', äro dessa elektricitetsmängder hvardera lika med enheten i det elektrostatiska systemet. Dimensionen för denna enhet bestämmes genom nyss anförda formel och på samma sätt vi i näst

3 l »j

föregående paragraf användt till [L2 M^ T]. Jämföra vi denna med dimensionen för elektricitetsmängdens enhet i det elektrostatiska systemet får man förhållandet

3

[J7 M * T"1]: [U M*] = [LT'1] = v

hvilket uttrycker dimensionen för en hastighet. Man kallar denna för den kritiska hastigheten. Gör man en sådan jämförelse mellan de båda systemens motsvarande enheters dimensioner, får man antingen samma värde v eller qvadraten därpå. Storleken däraf är 3 . 10lö centimeter, hvilket nära öfverensstämmer med ljusets hastighet i tomrummet. Äfven med specifika induk-tionsförmågan hos dielektriska ämnen står den kritiska hastigheten i

samband enligt hvad Maxwell på teoretisk väg ådagalagt. Andra kapitlet.

Elektricitetens uppmätning för tekniska ändamål.

32. Bestämning af strömstyrkan. - Allt efter styrkan af den ström man har att undersöka, och allt efter den «törre eller mindre noggrannhet, som härvid påkallas, gör man bruk af instrumenter af olika slag.

Såsom bekant kan man bestämma strömstyrkan genom att låta strömmen sönderdela en sammansatt vätska, ochr detta medför den fördel, att man erhåller strömstyrkan proportionel mot den på en viss tid åstadkomna kemiska sönderdelningen, och man kan sålunda lätt erhålla absoluta bestämningar. Men denna metod med voltametrars användande är tidsödande och obeqväm, och den inför ett stort motstånd i ledningen samt gifver blott medelvärdet under en viss tid, hvarför den begagnas nästan endast for vissa vetenskapliga undersökningar och vid gradering af mätinstrument. Men däremot har man med fördel gjort bruk däraf för elektricitetsmängders uppmätning vid elektriska centralstationer.

Vanligen begagnar man för strömstyrkans bestämning gal-vanometrar, hvilka grunda sig på den afvikning en magnet, vare sig permanent eller tillfällig, lider, när en elektrisk ström finnes i dess närhet. Den allmänt bekanta tangentbussolen är en af dem, och detta instrument lämpar sig väl för tämligen svaga strömmars undersökning. För mycket starka strömmar, sådana man för elektrisk belysning använder, äro galvanometrarne vanligen graderade, så att de omedelbart angifva strömstyrkan. Ett sådant instrument benämnes amperemeter eller ammeter. Vid några tillfällen gör man för uppmätningen bruk af den ^lektrodynamiska verkan, som förefinnes mellan två strömmar. Elektrodynamometerns konstruktion beror härpå.

Vi taga till en början endast hänsyn till likriktade strömmar. För vexelströmmars undersökning får man i de flesta fall göra bruk af särskilda instrumenter, hvilka vi något senare skola taga i betraktande.

33. Voltametrar. - En sådan kan helt enkelt utgöras af ett i kubikcentimeter graderadt profrör, som fylles med svafvel-syrehaltigt vatten och sättes öfver två platinableck uti ett kärl,

innehållande nämnda vätska, hvars specifika vigt bör vara omkring 1,1. Vid strömmens gång genom denna mellan de båda, blecken utvecklas vid positiva elektroden syre och vid den negativa väte. Gasblandningens volym och temperatur äfvensom barometerhöjden iakttages, hvarefter den till 760 mm. lufttryck och 0° temperatur reducerade gasvolymen i kbcm, som på l minut utvecklats*), divideras med 10,44, då man erhåller strömstyrkan i ampere. En ström af l ampere utvecklar således-per minut 10,44 kbcm. knallgas.

Men för noggrannare bestämningar gör man bruk af silfver-eller kopparvoltametern. Särdeles är silfvervoltametern för detta ändamål tillämpad. Yi anföra en härför passande metod. Katoden (den negativa elektroden) bildas af en platinakapsel med 3 till 8 cm. diameter, allt efter styrkan hos de strömmar, som skola undersökas. Anoden (den positiva elektroden) är en skifva med 5 mm. tjocklek eller en spiral af kemiskt rent silfver, hvilken Upphänges horisontalt vid midten af kapseln. Skifvans kant bör komma nästan lika långt från kapseln» sida och botten. Katoden skyddas för nedfallande silfverpar-tiklar genom att omgifvas med filtrerpapper. Den står på en metallring, genom hvilken strömmen åter föres till källan. Vätskan utgöres af en lösning i vatten af 15 å 30 proc. rent silfvernitrat. Före användandet rengöres platinan väl med ren saltsyra och destilleradt vatten samt väges, och efter Silfrets utfällning därå befrias den från vidhäftande salt och väges ånyo, då det utfälda Silfrets vigt erhålles. Utfällningen får ske under 10 å 30 minuters tid. Antalet Coulomb elektricitet, som passerat ledningen under denna tid, blifver, om v milligram är vigten af det utfälda Silfret, enligt Kohlrausch

v- 60 A

-----. = 0,894 V.

67,098 '

Emedan l Coulomb per sekund motsvarar en ampere strömstyrka, blifver denna

T ^ V

l == 0,894 - ampere t

om t är tiden i sekunder, som utfällningen fortgått.

Gray har meddelat "British Association" resultatet af några undersökningar om voltametrar. Enligt honom är kopparvolta-metern den beqvämaste att använda, men silfvervoltametern medgifver större noggrannhet. Den senare apparatens katod kan enligt honom lämpligen utgöras af två plåtar af rent silfver å ömse sidor om en något mindre plåt, som utgör anoden. För

*) Se närmare därom förf:s. Lärobok i Fysiken, påg. 792.

att erhålla en väl vidhäftande kristallinisk utfällning med en lösning af silfvernitrat af 5 proc., bör strömstyrkan vara 0,005 å 0,002 ampere per qv.-centimeter af den yta, på hvilken afsättningen sker. Man kan jämväl mäta elektricitetsmängden genom förminskningen af anodens vigt; men man får då icke använda starkare ström än 0,0025 ampere per qvcm. af anoden. - Äfven för kopparvoltametern rekommenderas en dylik anordning. Kopparsulfatlösningen äfvensom silfvernitratlösningen bör innehålla en ringa mängd fri syra, som hindrar den utfälda metallens syrsättning.

Enligt Kittler bör däremot kopparvoltametern innehålla en icke koncentrerad lösning af järnfritt kopparsulfat, lämpligen tre delar koncentrerad lösning med två delar destilleradt vatten. Anoden är här ett dubbelt bleck af koppar och mellan dem kommer katoden, hvilken utgöres af ett platinableck. Detta kan lätt höjas ur och sänkas ned i vätskan. Platinablecket, hvars båda sidor här äro verksamma, bör per qvcm. af hela ytan i maximum erhålla 0,025 å 0,03 ampere strömstyrka. Det bör före användandet behandlas med salpetersyra, tvättas med destilleradt vatten och upphettas i den dubbla lågan till Bunsens brännare, hvarefter det, sedan det svalnat, väges.

Enligt Kohlrausch utfäller l ampere per minut 19,68 milligram koppar, så att om vigten är v milligram af den på t sekunder utfälda kopparen, strömstyrkan måste vara

T O V

I = 0,049 y ampere. t

Vi återkomma i fråga om gradering af mätinstrumenter härtill.

Ex. Huru inånga ampere styrka har den ström, som utfäller 0,6172 gram koppar på 15 minuter?

3,049 - 617,2

7 =

6Q-15

34. Tangent- och sinusbussolen. - Den vanliga anordningen af dessa instrument är beskrifven i elementarböcker i den allmänna fysiken, och vi behöfva därför icke här mycket uppehålla oss därvid. Man har en vertikal ring af koppar eller mässing, som inställes i magnetiska meridianen och vid dess medelpunkt en kompass, hvars nål har blott liten längd vid sidan af ringens diameter. När strömmen föres genom ringen, som nedtill är öppen och därstädes satt i förbindelse med pol-skrufvarne, lider nålen en afvikning från magnetiska meridianen, och strömstyrkan I är nära proportionel mot afviknings-vinkeln u, så att man har approximativt

I = c tång r/.,

der c är instrumentets reduktionsfaktor. Om den ström som undersökes är svag, blifver nålens afvikning ringa, så framt strömmen föres blott ett hvarf däromkring. Man kan då använda en i flera hvarf kring en ram af trä eller mässing lindad tråd i stället för metallringen, och afvikningen blir då i samma mån större. För att visa detta loch härleda ofvanstående grundformel för tangentbussolen, kunna vi utgå från det uttryck vi i § 21 lemnat för den kraft, hvarmed strömmen verkar på magnetnålens poler. Yi antaga att trådhvarfvens radie är b och deras antal n och således trådens hela längd = 2nnb. Nämnda kraft är således i en mot ringens plan vinkelrät riktning

om jii är intensiteten hos polen.

Komposanten i en mot nålens längd vinkelrät riktning är = / cos a. Men därjämte verkar pä samma pol jordmagnetismens horisontala komposant = JET//, och dennas komposant, motverkande den förra, är = H.u sin a. Häraf följer

så att reduktionsfaktorn är

Hb c

2nn

Det framgår häraf, dels att för samma strömstyrka & blifver större på samma gång som n, dels att utslagen bero på ringens radie och den jordmagnetiska kraften och således blifva i allmänhet olika vid olika instrument och på olika ställen af jorden.

Tangentbussolen i den vanliga formen lemnar blott ett approximativt värde, enär tangenten för utslagsvinkeln endast då vore proportionel mot strömstyrkan, om längden af magnetnålen vore oändligt liten i jämförelse med ringens diameter. Vid Gaugains tangentbussol är kompassdosan anbragt vid sidan af ringen och visserligen med rotationscentrum i samma horisontalplan som dennas medelpunkt, nien på ett afstånd lika med en fjärdedel af dennas diameter därifrån. Är därjämte nålens längd blott en åttondedel af samma diameter, blifver ofvanstående formel nära nog exakt.

Nära beslägtad med tangentbussolen är sinusbussolen, som blott skiljer sig från den förra därigenom, att ringen är rörlig kring en vertikal axel, så att den lätt kan vridas i samma vertikalplan med nålen. Kraften f, hvarmed strömmen åverkar

polerna, kommer helt och hållet till verkan och är vid järn-vigt lika med Sju sina, så att man erhåller

I = -BTsin u,

där K är reduktionsfaktorn. Detta instrument är icke så beqvämt som det förra och användes därför mera sällan.

För bestämning af reduktiousfaktorn vid tangent- eller sinusbussolen föres strömmen samtidigt genom detta instrument och en voltameter.

Ex. För bestämning af reduktionsfaktorn till en tangentbussol leddes strömmen från två accumulatorer genom bussolen och en vattenvoltameter Vid 35° utslagsvinkel erhölls per minut 23 kbcm knallgas af 19° temp. och 752 mm. spänstighet. Vattenpelarens höjd var 60 mm. Vattenångans spänstighet vid 19° är 16,3 mm. Häraf erhålles den reducerade volymen knallgas till

" 752 - -??- 16,3

"5 -- --

och således

_ 20,9 _

°~ 10,44 tång 35° ~ '86'

35. Spegelgalvanometrar. - För uppmätning af styrkan hos svaga strömmar gör man ofta bruk af galvanometrar, vid hvilka magnetnålens utslag uppmätas med tillhjelp af spegel, tub och skala. Redan W. Weber konstruerade ett sådant instrument, hvilket utgöres af en på en kokongtråd upphängd magnet, som är omgifven med ram, lämpligast gjord af mycket koppar-haltig mässing, hvarpå ledningstråden är upplindad. Vid strömmens genomgång uppstår en afvikning hos magneten, och strömstyrkan kan antagas vara proportionel mot tangenten för utslagsvinkeln. Det förutsattes här, att instrumentet är inställdt så att ramens medelplan ursprungligen sammanfaller med magnetiska meridianen och således genomgår magnetens axel. Om ramen är af en god

ledande metall och har tämligen stor massa, kommer magneten hastigt i hvila vid strömmens afbrott till följd af inverkan på magneten af de induktionsströmmar som i ramen alstras. Af samma orsak Upphänges magneten stundom på en fin metalltråd. Ofta begagnas i stället för en magnet två sådana, bildande ett nära astatiskt system. Vid magneten är en liten plan spegel fästad, och på något afstånd därifrån är en tub med hårkors anbragt på så sätt, att dess horisontala optiska axel innehålles i magnetiska meridian och är vinkelrät mot spegelns plan, när ingen ström genomgår tråden. Öfver eller under tubens objektiv finnes en i millimeter delad skala. Fig. 4 visar en dylik anordning. Betecknas det genom tuben38 ELEKTRICITETENS UPPMÄTNING FÖB TEKNISKA ÄNDAMÅL.

iakttagna utslaget i skalan med 5, afståndet mellan denna och spegeln med l samt utslagsvinkeln med a, har man

tång 2 a

s l

hvaraf a kan beräknas. Vanligen är a så liten, att nian med tillräcklig noggrannhet kan sätta tangenten lika med båglängden, och dä är

360° s_ a^ 2n 21'

Fm. 4.

Om strömstyrkan kan anses proportionel mot utslags-vinkeln, är den därför ock proportionel mot utslaget å skalan, och detta är händelsen vid de flesta tillämpningarna af detta instrument.

Flera modifikationer af spegelgal vanometern förekomma. Den mest använda af dem är den af W. Thomson konstrue-SPEGELGALVANOMETRAR. 39

rade spegelgalvanometern, hvilken är afbildad i fig. 5. Här år en helt liten magnet eller några små platta magnetiserade ståltrådar fastsatta horisontalt bakom en tunn glasspegel, som är upphängd på en liten kokongtråd af blott några millimeters längd. För att kunna inställa instrumentet oberoende af den .jordmagnetiska kraften, finnes ofvanom galvanometern en böjd kraftig stålmagnet NS, hvars magnetiska fält bestämmer de små magneternas läge. Instrumentets känslighet kan förminskas eller förökas genom att höja eller sänka NS, hvilken därjämte kan vridas kring det mässingsrör, hvarpå han är anbragt. Med tillhjelp af en lampa och skala med en liten öppning vid midten iakttages spegelns vridning. En ljus fläck å skalan

FIG. 5.

angifver utslaget. Eäst är att använda en halfgenomskinlig skala, då fläcken iakttages bakifrån.

Vi anföra jämväl en nyare form af W. Thomsons spegel-galvanometer, sådan den af Siemens & HalsJce utföres. Fig. *6, A-D visar detta instrument. A är själfva galvanometern, hvars spiral innehåller ett stort antal hvarf fin tråd, och i hvars midt en liten spegel är upphängd vid ena sidan af en inskjuten propp af koppar af den form fig. D visar. Spegeln är antingen utaf stål och är då tillika magnet (se fig. D), eller .af glas, i hvilket fall små magnetnålar äro fästa vid dess baksida (se fig. JB). Den är upphängd antingen blott på en «nda kokongtråd, 2 till 4 mm. lång, eller både upptill och nedtill vid helt korta trådar (se fig. D). En stark, böjd magnet-etång SN kan anbringas i olika ställningar vid en på galvanometern stående mässingsstång och därigenom den lilla magneten gifvas hvilket läge som helst, oberoende af jordraagnetismen.40 ELEKTBICITETENS UPPMÄTNIK0 FÖB TEKNISKA ÄNDAMÅL.

Framför galvanometer!* är ställt ett reflexionsprisma och vid; sidan däraf en lampa S jämte en lins. De från lampan kommande strålarna brytas af linsen mot prismat, återkastas totalt af detta mot den lilla spegeln samt därifrån förbi prismat mot en skala (7, på hvilken en ljusbild alstras, När en svag elektrisk ström genomgår trådlindningen i galvanometern, flyttas ljusbilden ett stycke, som är proportionel mot ström styrkan.,

FIG. 6.

: n.

G-enom att höja eller sänka den böjda magnetstången SN kan?, man efter behof förändra instrumentets känslighet

Vid en Tekniska Högskolans fysiska kabinett tillhörig^ spegelgalvanometer af nu beskrifna konstruktion med magneti-serad stålspegel, har trådlindningen 28,420 hvarf; dess motstånd är 5,713 ohm, spiralens höjd 4 cm. och diameter 8 cm. samt spegelns diameter 12 mm.

M. Deprez* och d'Arsonvals galvanometer, som afbildas i fig. 7, begagnas mycket i Frankrike för svaga strömmars upp-SPEGELGALVANOMETRAR.

41

mätning och kan angifva tydligt ända till en tiondedel af en mikroampére. Den innehåller en hästskomagnet samt en mellan dennas vertikala ben upphängd ram, som utgör den rörliga ledningen. Ramen är upphängd mellan två fina metalltrådar, som tillföra honom strömmen och hvilkas torsion motverkar afvikningen. Ett järnrör mellan magnetens poler och inuti ramen tjänar till att koncentrera det magnetiska fältet. Afläs-

FlG. 7.

ningen sker med tillhjelp af en vid ramen fästad spegel samt med skala enligt W. Thomsons metod.

M. Deprez har äfven konstruerat en galvanometer för starka strömmar, hvilken utgöres af en liggande hästskomagnet jämte en mellan dennas ben anbragt kamformigt utskuren järnskifva, som vrider sig ur sitt horisontala jämvigtsläge, när strömmen genomgår en ledning rundt om skifvan. Genom en vid skifvan fastsatt eller genom utvexling därmed förenad visare erhålles ett utslag på en graderad båge, proportionelt mot strömstyrkan.42 ELEKTRICITETENS UPPMÄTNING FÖR TEKNISKA ÄNDAMÅL.

36. Siemens & Halskes samt Pellats elektrodynamometrar. - Det förra instrumentet, som mycket användes för tekniska mätningar, visas af fig. 8. Två aflånga trådspiraler af olika tjock tråd äro fästa bredvid hvarandra å en trä-

FIG. 8.

ställning. Den ena eller den andra af dessa införes i ledningen medelst tre klämskrufvar, l, 2, 3 å apparatens fot. Därjämte får strömmen genomlöpa en rörlig ledning af grof koppartråd, som är upphängd på en kokongtråd och på en spiralfjäder af nysilfver, och till hvilken strömmen inledes, därigenom att de båda amalgamerade trådändarne nedstå i små koppar med qvick-AMPÉREMETRAR. 43

silfver. Från den rörliga koppartråden uppgår en visare, som pekar på en graderad horisontal cirkelskifva. Vid en knapp, som uppbär spiralfjäderns öfre ände, är jämväl en visare fastad. I den rörliga trådens järn vigtsläge, när ingen ström genomgår instrumentet, böra båda visarne peka på noll. Men föres en ström genom endera af de båda trådspiralerna samt genom den rörliga tråden, vrider sig denna något, ehuru afvikningen snart hämmas genom ett stift. Genom att vrida knappen och därigenom spiralfjädern, återföres den rörliga tråden till jämvigts-läget, och dess visare pekar då ånyo på nollpunkten. Den vid knappen fastade visaren angifver den torsionsvinkel «, som erfordras för att motväga den afvikande kraften, och då denna år proportionel mot produkten af strömstyrkorna i båda ledarne, d. v. s. mot qvadraten på den undersökta strömmens styrka i, kan man sätta

i«c y ^

där c är konstant för samma instrument, då en och samma trådspiral användes, men som är olika för de båda spiralerna. Den med längre och finare tråd begagnas för svagare och den med grof kort tråd för starkare strömmars undersökning. Man kan fore försöket bortskaffa oxidhinnan från qvicksilfverytorna med tillhjelp af en liten i salpetersyra doppad trästicka.

De senaste åren har man konstruerat åtskilliga elektrodynamometrar för starka strömmar, där den utöfvade verkan kompenseras genom en vigt, och hvilka därför väl lämpa sig för absoluta bestämningar. Vi anföra bland dem Pellats absoluta elektrodynamometer. Denna utgöres i den förenklade form den för praktiska behof erhållit

(ampere-étalon) af två koncentriska trådrullar, hvilkas axlar äro vinkelräta mot hvarandra. Den yttres axel är horisontal, den inuti anbragta rullens axel är vertikal. Samma ström genomgår båda rullarne och härvid uppstår ett kraftpar,_ som sträfvar att vrida den inre rullens axel ur det vertikala läget. Denna rulle är anbragt Tid en vågbalans med en skål, som belastas till jämvigt uppnås. Betecknar i strömstyrkan, v belastningen i gram samt g accelerationen vid fritt fall, har man

i - A Vvg = B V v, där A och B äro reduktionsfaktorer.

37. Ampéremetrar. -Por uppmätning af strömstyrkan vid elektriska belysningsanläggningar m. m., där strömmar af mycket stor intensitet förekomma, gör man bruk af instrument, som benämnas ampéremetrar eller ammetrar, hvilka äro empiriskt graderade, så att de omedelbart angifva strömstyrkan

uti ampere. I alla händelser böra de vara inrättade så, att de utan oscillationer hastigt komma i jämvigt.

Ayrton & Perrys ammeter, som i England och äfven i andra länder blifvit mycket använd, visas i sin äldre anordning af fig. 9. Den utgöres af en stark hästskomagnet, mellan hvars poler en liten järnnål är rörlig kring en tapp. En vid nålen fäst visare angifver å en graderad skifva utslaget. Den pekar på noll, nar nålen, som under hästskomagnetens verkan själf blifver magnetisk, icke är utsatt för någon ström. Men omkring:

FIG. 9.

nålen är en trådspiral, som genomlöpes af strömmen och åstadkommer så mycket större afvikning hos nålen, ju större strömintensiteten är. Trådspiralen är bildad af en liten kabel med tio trådar, hvilka kunna förenas antingen i följd eller så, att de bilda en enda ledning med tio gånger så stor tvärskärning som i förra händelsen. Por den skull äro trådändarne förenade med fjädrar, hvilka på sätt afbildningen visar medelst en rulle kunna sammanbinda trådarne på det ena eller andra sättet. Föreningen i följd användes för svagare strömmar; den andra för starkare strömmar. I förra fallet begagnas kläm-skrufvarne SS, i senare P P. Ett motstånd af en ohm är an-

bragt vid apparaten, och det införes i ledningen genom borttagande af en propp. Utalagsvinkeln är proportionel mot ström-«tyrkan. - Vid nyare instrument från samma konstruktörer begagnas en vertikal trådspiral, genom hvilken strömmen går, och hvilken attraherar ett af en spiralfjäder uppburet smalt järnrör. Detta förskjutes i följd häraf, och fjädern kringvrides samt med denna en visare, som på en horisontal gradskifva

FIG. 10.

angifver strömmens styrka. Kg. 10 visar detta instrument. Järnröret TT är nedtill fäst vid ett mässingsstycke C, som i sin ordning ar förenadt med en smal mässingsstång P samt med undre änden af spiralfjädern S, hvilken är af hård fosforbrons. Fjäderns öfre ände är orubbligt fastsatt vid en smal mässingsstång p, som genomgår ett hål i instrumentets glaslock (3r Gr och där är fäst med en skruf och mutter H. Stången p tjenar tillika såsom stöd för järnrörets öfre del. I rummet WW är trådspiralen anbragt. När strömmen genom-FIG. 11.

går denna, drages järnröret nedåt och dettas undre ände vid C, där fjädern är fästad, kringvrides, hvilken rörelse meddelas åt den vid rörets öfre del fastsatta visaren. Parallax vid afläs-ningen förekommes genom att graderingen är anbragt på en glasspegel. Inom vidsträckta gränser är utslaget proportionelt mot strömstyrkan.

Vid de instrument, som skola anbringas i närheten af starka magneter, sådana som vid dynamomaskiner begagnas, inneslutes trådspiralen i en dubbel järnmantel, hvilken utgör en magnetisk skärm.

Schuckert-Hummels ampéremeter, hvars anordning fig. 11 schematiskt antyder, är i vårt land det mest vanliga af dessa

slags instrument. En kort och grof spiral-tråd genomlöpes af strömmen. Inuti spiralen finnes ett rör af tunt

järnbleck eller, då instrumentet är afsedt för starkare strömmar, blott ett i vinkel böjdt stycke järnbleck, hvilket är anbragt excentriskt däruti och lättrÖrligt kring en axel med spetsar. Vid strömmens gång genom spiralen blifver järnet magnetiskt och axeln vrides kring spetsarne, hvarvid en visare på en empiriskt graderad skifva angifver strömstyrkan i ampere. En liten motvigt är fäst vid visaren. Delningsstrecken komma på större afstånd ju större strömstyrkan är, och för de instrument, som äro afsedda för tämligen starka strömmar, t. ex. 40 till 100 ampere, uppstår först ett märkbart utslag sedan strömmen uppnått en ansenlig styrka.

Pater sons & Cooper s ammeter visas af fig. 12. Den är en galvanometer, där trådspiralen är ejsatt af ett kopparband af 3 mm. tjocklek och 25 mm. bredd. Magnetnålen, som är kort och af oval form, motväges af en förlängning jämte en nödig vigt. Man afläser direkt strömmar från l till 50 ampere och indirekt från 50 till 2,000 ampere. När den rörliga mot-vigten är högst uppe, d. v. s. när dess häfarm är kortast, angifves en ström af 50 ampere genom en afvikning af 50°, men för att uppmäta starkare strömmar, flyttas vigten djupare ned,

och det utslag man iakttager multipliceras med 2, 3, 4, allt efter häfarmens längd. En genomskinlig tafla, från hvars ena hörn flera linier äro dragna, tjenar till reglering i detta hänseende. Linierna skära nämligen lodlinien, och när motvigten föres till de af skärningspunkterna angifna lägen, erhålles strömstyrkan genom att multiplicera utslagen med de vid dessa punkter stående tal.

Bland de många andra instrument, som äro afsedda för samma ändamål, omnämna vi jämväl W. Thomsons ampéremeter, som är ett slags tangentbussol. Den liknar samme vetenskapsmans voltmeter, hvilken längre fram skall beskrifvas.

FIG. 12.

Om man har till sitt förfogande en pålitlig voltmeter, kan man på grund af ohmska lagen bestämma strömstyrkan å en ledning genom att uppmäta potentialskilnaden mellan dennas ändpunkter och dividera den med ledningsmotståndet.

38. Gradering af ampéremetrar. - Denna kan på olika sätt verkställas. Har man ett normalinstrument, hvars indelning är fullt riktig eller hvars fel är bekant, kan man lätt genom omedelbar jämförelse verkställa graderingen. En absolut elektrodynamometer är äfven lämplig härför. T brist på sådana instrument kan man med tillhjelp af voltameter eller genom den elektriska strömmens värmeverkningar, ehuru på mindre beqvämt sätt vinna samma ändamål. Vi anföra exempelvis två vid "City and Guilds of London Institute" använda metoder.

Efter den ena gör man bruk af voltameter med ett kärl af platina, innehållande en 25 % lösning af silfvernitrat, hvari en skifva af silfver är nedsänkt. Med tillhjelp af ett kolmotstjånd, hålles strömmen konstant under försöket och förändras den vid olika försök *). Platinakärlet rengöres, torkas och väges noggrant; dess vigt är c:a 78 gr. Lösningen hälles i kärlet, och detta anbringas på tre mässingsstänger, hvilka sättas i ledande förbindelse med elektricitetskällans negativa pol. Silfverskifvan nedlägges i lösningen lika långt från sidorna och bottnen i kärlet. Med tillhjelp af små koppar med qvicksilfver kan man hastigt sluta och afbryta strömmen, i det att koppartrådar, som gå till elektricitetskällan, voltametern, kolmotståndet och ampéremetern införas och uttagas. Under 10 till 30 minuters tid allt efter den använda strömmens styrka, verkställes utfällningen. Lösningen hälles tillbaka från platinakärlet i dess förvaringskärl. Det utfälda Silfret tvättas omsorgsfullt med destilleradt vatten, och platinakärlet fylles sedan med sådant vatten, hvilket däri får qvarstå 10 till 15 minuter. Ånyo tvättas med vatten, alkohol och eter, hvarefter platinakärlet torkas öfver en spritlampa och får svalna i desiccatorn. Man väger detsamma åter noggrant, hvarigenom nian erhåller vigten af det utfälda Silfret. Strömstyrkan beräknas häraf, på sätt förut blifvit anfördt**). Detta upprepas vid olika strömstyrka, då man genom jämförelse med arapéremeterns motsvarande utslag kan verkställa graderingen.

Den Jcalorimetriska graderingen sker med tillhjelp af ett litet kärl af tunt kopparbleck, vägande omkring 25 gram,

som innehålles i ett dubbelt kärl, från hvilket det skiljes med ett luftlager, under det att mellan det dubbla kärlets väggar finnes vatten af omgifningens temperatur till skydd mot strålning utifrån. En spiral af nysilfvertråd är införd i kalorimetern och omgifver kulan till en känslig termometer. Kopparkärlet torkas och väges, fylles delvis med destilleradt vatten, hvars vigt äfven bestämmes, hvarefter kärlet införes på sin plats. Trådspiralen sättes genom koppartrådar i förbindelse med ett kolmotstånd samt med ampéremetern och elektricitetskällan. Man reglerar kolmotståndet tills en passande strömstyrka erhållits. Vattnet

.*) Ett af Varley an gif vet sätt för bildande af ett kolmotstånd är att härför använda en pelare af förkolade klädesstycken, med utskurna icke fullt runda öppningar i midten. Dessa stycken af vanligt kläde äro vid mycket hög temperatur upphettade i vacuum, hvarvid klädet förkolas, utan att förlora sin böjlighet. De äro anbragta vid en mässingsstång, omgifven med ett trärör och upptill gängad, samt hoptryckas mellan mässingsskifvor af en mutter.

**) Man har bär antagit, att l ampere utfäller 1,11815 milligram silfver per sekund, hvilket något skiljer sig från den uppgift vi förut efter Kohl-rausch meddelat.

omröres för att utjämna värmet. Termometern afläses hvar halfininut såväl hos vattnet inuti kalorimetern som i det dubbla käriet, tills dess den inre temperaturen stigit flera grader. Strömmen afbrytes, och vattnet får afsvalna, men man omrör det fortfarande och iakttager temperaturen, tills denna sjunkit till nära den ursprungliga. På grund af de gjorda försöken kan den korrigerade temperaturhöjningen för en viss tid, t. ex. 5 minuter, bestämmas. Man kan för den skull konstruera kurvor, med abscissorna proportionela mot tidslängderna och ordina-torna proportionela mot temperaturförändringarna. Kurvan, «om motsvarar afsvalningen, angifver nämligen huru mycket temperaturen i kalorimetern vid samma temperaturöfverskott mellan inre .och yttre kärlen under värmeutvecklingen i trådspiralen är lägre än den skulle varit, om icke någon värmeförlust egt rum.*) Man upprepar detta förfarande vid flera olika strömstyrkor. Motståndet hos trådspiralen m är en gång för alla bestämdt i ohm. Betecknar J strömstyrkan, TF vattnets vigt i gram, w vattenvärdet hos kalorimetern, termometern och bländaren**), t den korrigerade temperaturhöjningen under T sekunder, så är den utvecklade värmemängden i kilogram-värmeenheter- t (TF-f w) : 1000 samt den enligt Joules lag utvecklade elektriska energien, uttryckt i samma slags enheter

mPr

tlär nämnaren är produkten af tyngdkraftens acceleration och värmeenhetens mekaniska eqvivalent. Häraf följer

T(W^w)

TT----------ampere.

0,237 mr r

Härmed jämiöres ampéremeterns utslag.

39. Bestämning af strömmens riktning. - Man

kan på flera sätt bestämma den riktning en i en ledning framgående ström eger. Så t. ex. kan man för detta ändamål undersöka den kemiska verkan, som af strömmen utöfvas t. ex. på svafvel-syrehaltigt vatten. Har man en vanlig vattensönderdelnings-apparat med två glasrör öfver hvar sin platinaelektrod, och strömmen får genomgå vätskan, utvecklas dubbelt så stor volym väte vid negativa polen i jämförelse med det syre, som vid positiva polen erhålles. Häraf kan man finna, att strömmens

*) En sådan korrektion kan äfven verkställas på samma sätt som vid undersökningar öfver specifika värmet. Se t. ex. författarens Lärobok i Fysik, p. 565.

**) Hurn detta bestämmes se nyssnämnda lärobok, p. 563.

riktning är från den af elektroderna, där den minsta mot de» där största gasutvecklingen eger rum. - I

slutningstråden till ett galvaniskt element går strömmen mot zinken från den andra metallen. - Men vanligen får man för bestämning af strömriktningen begagna sig af de magnetiska verkningarna. Såsom bekant har Ampere uppställt den regel, att om en menniskofigur tankes liggande på strömmen, så att denna går i riktning från fötterna mot hufvudet, afviker en i närheten» varande fritt rörlig magnetnåls nordände mot venster, betraktadt från strömmen. På grund häraf kan man lätt bestämma strömmens riktning. En trådspiral, som genomgås af en ström, får magnetiska egenskaper, och sin sydpol således attraherande en magnetnåls nordände, vid den ände, där strömmen kretsar åt samma håll, som visaren roterar i ett ur. Häraf kan strömriktningen i spiralen iakttagas,

4O. Uppmätning af styrkan hos ögonblicklig* strömmar. - I vissa fall har man att undersöka strömmar af helt ringa varaktighet. Vi kunna här blott helt kort taga dessa mätningar i betraktande, hvilka hufvudsakligen äro af-vetenskapligt intresse*).

Ledes en sådan ström genom en galvanometer, är den kraft, hvarmed nålens afvikning a åstadkomines, blott beroende af den elektricitetsmängd q, som i en gifven riktning strömmar förbi nålen. Eetecknar Jc en konstant har man

q « k sin J «.

Detta motsvarar formeln för en pendel, som genom en stöt bringas ur sitt järn vigtsläge.

Magnetnålen kommer härvid i oscillationer, hvilkas bag-längd skulle vara nära konstant, om icke nålen vore omgifven af metallmassor, i hvilka induceras strömmar, som verka häm mande på rörelsen. I följd häraf aftaga svängningsbågarna i «n geometrisk serie. Skilnaden mellan de naturliga logaritmerna för två på hvarandra följande bågar är konstant, och detta tal betecknas med det logaritmiska decrementet A. Använder man en spegelgalvanometer, där spegelns afstånd från skalan är 6 och det på skalan aflästa utslaget är a samt vidare magnetnålens svängningstid i sekunder är T, då den icke vore omgifven af metallmassor, har man strömstyrkan

*) Vi hänvisa för ett närmare stndium häraf till Wiedemanns: Die Lehre der Elektricität, 3 Aufl. 3 B.UPPMÄTNING AF VEXELSTRÖMMARS ST YRA A.

51

FIG. 13.

där K är galvanometerns reduktionsfaktor*). En galvanometer, använd på så sätt, säges vara balistisk.

41. Uppmätning af vexelströmmars styrka. - De

instrument för uppmätning af strömstyrkan, som vi i det föregående beskrifvit, upphöra i allmänhet att vara användbara, när strömmen eger vexlande riktning. Så är händelsen med alla de instrument, som grunda sig på en magnetnåls afvikning. Flera af de dynamo-elektriska maskiner, som för elektrisk belysning användas, lemna emellertid vexelströmmar, och det är af vigt att kunna undersöka dessa. Yi skola nämna några ord om de härför använda metoder.

StrÖmstyrkans uppmätning kan äfven här ske med tillhjelp af elektrodynamometern, ty den förändring af strömmens riktning, som eger rum, inverkar lika på den rörliga och orörliga ledaren, så att den attraktion eller repulsion, hvilken mellan dem förefinnes, icke undergår förändring vid strömmens omkastning. Den förut (§ 36) beskrifna elektrodynamometern från Siemens & Halske är således användbar jämväl för vexelströmmar, och den gif ver, hvad man kallar den verksamma strömstyrkan V{P) (jämför § 27).

Man kan äfven för undersökning af starka vexelströmmar göra bruk af den kalorimetriska metod vi omnämnt (§ 38) i fråga om ampere-

*) Se fcyss citerade arbete, påg. 319.

metrars gradering. \ Det elektriska arbete, som en vexelström på r sekunder utvecklar i en trådspiral med

motståndet m ohm, kan nämligen (§ 27) sättas rw(P), och man får därför den verksamma strömstyrkan äfven här

. w)

FIG. 14.

. 0,237 mr

Man kan äfven, såsom vi något längre fram skola finna, göra bruk af qvadrant-elektrometern för indirekt bestämning af vexelströmmars styrka.

Beträffande svaga strömmar af detta slag, använder man företrädesvis elektrodynamometrar för deras undersökning, och W. Weber samt efter honom flera vetenskapsmän hafva konstruerat härför lämpliga instrument, där afläsningen af vridningsvinkeln sker med tub, spegel och skala. Fig. 13 visar ett af de nyaste bland dem af KoMrauscks konstruktion. Här finnes en inre rörlig rulle, upphängd på en fin metalltråd, genom hvilken strömmen införes; den andra ledningen sker genom ett i utspädd svafvelsyra nedsänkt platinableck (se fig. 14) eller genom en fin trådspiral. Härigenom kommer instrumentet äfven förr i jämvigt. Den yttre orörliga rullen är i två delar, hvilkas trådlind-ningar kunna kopplas hvar for sig, parallelt eller efter hvarandra. I den inre rullens elfenbensram kan en knippa mjuka järntrådar instickas. För afläsningen är en tunn oval spegel fäst vid den inre rullen samt på ändra sidan af denna en motvigt i form af en hämning.

Vi omnämna jämväl Siemens & Halskes elektrodynamometer for ytterst svaga strömmar, t. ex. dem, som i telefonen alstras. Här är den rörliga ledaren upplindad i nära sferisk form kring en, kärna af järntrådar; den är upptill upphängd vid en fin platinatråd, nedtill vid en spiral af fin koppartråd. Den orörliga ledaren är bildad af två rullar, af hvilka den ena lätt kan borttagas. Oscillationerna förhindras genom två i vatten nedsänkta vingar. Äfven här uttryckes den verksamma strömstyrkan på sätt nyss visades, och instrumentets konstant erhålles genom jämförelse med en voltameter.

Äfven för rättvända och undulatoriska strömmars undersökning går man till väga på nu anfördt sätt.

Ex. För bestämning af .konstanten till en af Sörensen utförd^Kohl-rauschs elektrodynamometer med två fasta rullar och en rörlig mindre' rulle fördes strömmen från en accumulator såväl genom instrumentet som genom en voltameter, bestående af en platinaskal och en kopparskifva samt en koppar-sulfatlösning. När samtliga rullarna voro anbragta i serie utfäld e s under 15 min. 0,64885 gram koppar och ett utslag på den 158,6 cm. från spegeln anbragta skalan af 60,7 mm. uppstod. Ur formeln i = c "|/a, där i är strÖm-styrkan och a utslaget, beräknades häraf konstanten c.

42. Jämförelse mellan de elektromotoriska krafterna hos galvaniska element. - Man kan på flera sätt göra en sådan jämförelse. Yi inskränka oss till att anföra ett par af de många olika metoder man har för detta ändamål. De här anförda lemna af polarisationen oberoende värden.

Du Bois Eey-monds metod. En nysilfver-eller pla-tinatråd ab (se fig. 15), som öfverallt eger samma diameter, sättes i förbindelse med den ena af de båda elementen JE, som skola jämföras, en galvanometer G och en fullkomligt konstant elektricitetskälla (t. ex. en eller flera accumulatorer) K, hvars elektromotoriska kraft ar större än elementens. Genom att flytta kontaktstycket c af-passar man så, att galvanometer, icke angifver någon ström i ledningen aEGc. Sedan insätter man i stället för E det andra elementet E' och flyttar c tills G å nyo visar noll. Beteckna T och T de motsvarande afstånden ac samt E är E' elementens elektromotoriska krafter, så ar på grund af Kirchhoffs lagar (jämför § 51).

E:E'=*r:r.

Qvqdrant-elektrometern kan med fördel användas för sådaaa jämförelser. I sin enklaste förrn*) utgöres detta af W. Thomson uppfunna instrument, hvilket är af vidsträckt användbarhet inom elektrotekniken, af en skifva delad i fyra qvadranter genom två mot hvarandra vinkelräta skärningar (se fig. 16). Två och

*) En fullständigare beskrifning finnes i fprfcs Lärobok:i Fysik;'p. 737.

FIG. 15.54 ELEKTBICITETENS UPPMÄTNING FÖB TEKNISKA ÄNDAMÅL.

FIG. 16.

två af dessa qvadranter, nämligen de motstående, stå med hvarandra i ledande förbindelse och meddelas lika potential, men med motsatta tecken för hvartdera paret. Detta sker medelst

en stapel med många svaga men konstanta element, t. ex. 50 helt små porslinskärl med vatten, innehållande bleck af koppar och zink. Polerna till denna stapel förenas med qvadranterna. Strax öfver dessas horisontala plan är ett oo-formadt blad eller en nål af aluminium upphängdt på en fin metalltråd. På det att nålens oscillationer hastigare skola upphöra, nedhänger därifrån en stång eller liten skifva i

en skål med svafvelsyra, hvilken tillika håller luften i det glasskåp, hvarmed instrumentet omgifves, torr. För den undersökning, som här afses, pättas de galvaniska elementen i ledande förbindelse

vid ena polen med aluminiumnålen, antingen genom den fina metalltråden eller medelst svafvelsyran, och vid den andra polen med jorden, t. ex. genom gaseller vattenledningen. Aluminiumnålen afviker härvid. Betecknar P potentialens numeriska värde hos qva-drantparen, E den sökta elektromotoriska kraften samt a utslagsvinkeln, kan man sätta (jämför § 46)

där k är konstant, så att den elektromotoriska kraften är proportionel mot utslagsvinkeln. Man brukar bestämma denna med tillhjelp af en vid nålen fäst liten spegel samt med tub och skala, likasom vid spegelgalvanometern vi förut beskrifvit. Försöket bör upprepas med elementets poler

FIG. 17.UPPMÄTNIKG AF POTENTIALSKILNADEN MELLAN TVÅ PUNKTER. &§

i motsatt ordning, så att om förut H-polen varit i förening med aluminiumnålen nu --polen sättes i förbindelse därmed, hvarefter medelvärdet tages af båda mätningarna. Det ena efter det andra af de element man har att undersöka behandlas på detta sätt, hvaraf en jämförelse mellan deras elektromotoriska krafter erhålles. - I stället kan man sätta det undersökta elementets båda poler i förbindelse med qvadrantparen och batteriets ena pol med nålen samt dess andra pol med jorden (se *g. 17).

Man har på flera sätt modifierat qvadrant-elektrometerns .anordning. Yi återkomma härtill.

Ex. Vid ett försök med qvadrant-elektrometern förenades batteriets + pol med nålen och dess -pol med jorden. När en accumulator med bekant elektromotorisk kraft af 2 volt sattes i förbindelse med qvadrantparen, uppkom ett utslag af 15 mm. på skalan. Infördes sedermera i stället för accumulatorn ett Grenets element, erhölls 13,a mm» och med ett Meidingers -element 7,5 mm. utslag. Således var vid det förra elektromotoriska kraften

13 8 7 5

:2 . TÉ~ = 1,84 volt och vid det senare 2 . ^=- = l volt. 15 15

43, Uppmätning af potentialskilnaden mellan två punkter af en ledning, i hvilken en konstant ström framgår. - För att uppmäta potentialskilnaden mellan två punkter begagnar man inom tekniken flera olika instrument, manligen benämnda voltmetrar, i fall de omedelbart angifva potentialskilnaden, hvilka utgöras af i derivation mellan dessa punkter -anbragta galvanometer* med stort motstånd eller i hvars strömkrets ett stort motstånd är anbragt. På grund af ohmska lagen förefinnes mellan motståndet m, strömstyrkan i och potent&l-.skilnaden P relationen

i« - eller P =* im, m

«å att potentialskilnaden är proportionel mot strömstyrkan. Det utslag å galvanometern, som angifver denna, uttrycker således jämväl potentialskilnaden. Mera af de i det föregående omnämnda konstruktionerna å ampéremetrar äro därför äfven med den antydda förändringen begagnade till voltmetrar, så Ayrton <& Perrys samt Schttckerts, hvilka äro de i vårt land viuali-:gast använda för i fråga varande ändamål. - Äfven Deprez'

galvanometer kan begagnas för potentialskilnaden bestämning, och är den för den skull försedd med jämväl en lång och fin trådlindning, hvarigenom strömmen föres från de båda punk* terna å ledningen.FIG. 18.

Af stort intresse är den af Siemens & Halske konstruerade torsiomgalvcwometern, hvilken vunnit äfven inom tekniken, stort användande, ehuru instrumentet är fint och ömtåligt. Fig. 18 visar en af dess båda former. Torsionsgalvanometern innehåller en så kallad klockmagnet, hvilken utgöres af ett stålrör, som upptill är halfsferiskt tillslutet och nedtill öppet, och hvilket är försedt med två diametralt motsatta, längs efter riktade

utskärningar. Röret liknar således en hästsko-magnet och är på samma sätt magnetiserade så att de båda polerna komma nedåt. Denna magnet, hvars tröghetsmoment är ringa och som därför efter utslag snart kommer i hvila, är upphängd på en kokongtråd och en spiralfjäder mellan två trådspiraler. När en ström får genomgå dessa, vrides magneten, men genom att vrida spiralfjädern i motsatt riktning medelst en upptill anbragt knapp,, upphäfdes magnetens vridning. Spiralfjäderns vridningsvinkel, som afläser med tillhjelp af en visarn på en graderad glasskifva, är proportionel mot styrkan af den galvanometern genomgående strömmen' och således, enligt hvad nyss anfördes, med potentialskilnaden. Till instrumentet hör en låda innehållande motstånd. För

att uppmäta potentialskilnaden mellan två punkter af en ledning, t. ex. vid en elektrisk belysningsinrättning, sättes tor-sionsgalvanometern G i förbindelse med de båda nämnda punkterna a och b samt motståndslådan M på sätt fig. 19 antyder. Medelst motståndslådan är man i tillfälle använda för hvarje särskildt fall ett därför passande motstånd. Vid de instrument, som äro afsedda för starkare strömmar, nämligen för minst 5* ampere, är galvanometerns motstånd l ohm och lådan inne-

håller fyra nysilfvermotstånd af 9, 99, 999 och 9,999 ohm, d. v. s. hela motståndet blifver 10, 100, 1,000 och 10,000 ohm. Däremot har det för svagare strömmar afsedda instrumentet 100 ohms motstånd, under det att lådan innehåller nysilfvermotstånd af 900,9,900 och 99,900 ohm. Genom de förra kan man uppmäta potentialskil-nader mellan 0,17 och 1,700 volt och genom de senare mellan 1,7 och],700 volt, allt efter det motstånd man för tillfället begagnar. Por hvarje mätning är det lämpligast att införa proppen i motståndskistan, så att den minsta känslighet, d. v. s. minsta torsions-vinkel erhålles, emedan i annat fall den ström, som genomgår instrumentet, kan blifva för stark och detta lida skada. Instrumentet är blott riktigt vid en bestämd temperatur, t. ex. 20°, och kan visa väsentligt fel vid några grader högre eller lägre temperatur*).

Bland de metoder, med hvilkas tillhjelp höga potentialer kunna bestämmas, må äfven nämnas de som grunda sig på principen för qvadrant-elektrometern. W. Thomson har för tekniskt behof gifvit detta instrument en särskild form, som han benämner elektrostatisk voltmeter. Här finnes blott ett par qvadranter samt en kring en horisontal axel rörlig nål. Qvadranterna förenas mot den ena och nålen med den andra af de båda punkter, hvilkas potentialskilnad skall uppmätas. Härigenom vrides nålen mot qvadranterna, men denna verkan motväges genom en vigt, som sträfvar att bibehålla nålen i vertikalt läge. Den mellan qvadranterna och nålen verkande kraften är proportionel mot qvadraten på potentialskilnaden mellan dem. Genom att begagna tre olika stora vigter kan instrumentet gifvas olika grad af känslighet.

Äfven må anföras TF. Thomsons nya voltmeter, hvilken utgöres af tvådelar: magnetometern och motståndsrullen. Den sistnämnda innehåller omkring 7,000 hvarf fin nysilfvertråd med mer än 6,000 ohm motstånd, upplindad i form af en torus med 10 cm. medeldiameter. Magnetometern innehåller fyra l cm. långa stålnålar, förenade med en aluminiumvisare, rörlig kring en vertikal axel och angifvande utslaget pä en graderad cirkel-

*) Närmare härom i Centralblatt fur Elektrotechnik, 1886, påg. 579.

FIG. 19.

båge. Denna magnetometer är flyttbar längs det bräde, som uppbär instrumentet och vid hvars eua ände

motståndsrullen är anbragt med sitt medelplan vinkelrätt mot brädets längd. Strömstyrkan och således potentialskilnaden är proportionel mot tangenten för utslagsvinkeln och mot det magnetiska fältets intensitet, men omvändt proportionel mot afståndet, som uppmätes på den längs brädet anbragta skalan. Indelningen på denna är sådan, att magnetometern, instäld i ett magnetiskt fält med intensiteten l enligt det absoluta systemet C.-Gr.-S., gifver på det med l betecknade stället det med l betecknade utslaget af visaren, när potentialskilnaden mellan instrumentets polskrufvar är l volt. Är indelningen å cirkelbågen verkstäld ofter tangenten till vinkeln, bör vid samma potentialskilnad, då magnetometern är flyttad närmare rullen till dess visaren angifver 2, jämväl motsvarande grad å skalan betecknas med 2, o. s. v. Är H jordmagnetiska kraftens horisontala intensitet, d visarens utelag, och n det streck å skalan, där magnetometern befinner sig, har man potentialskilnaden

P-IT-volt.

n

Vid ampéremetern efter samma system begagnas i stället för motståndsrullen ett i några hvarf lindadt kopparband eller ock en ring af koppar med ytterst ringa motstånd.

Har man uppmätt potentialskilnaden P mellan en elektri-oitetskällas polskrufvar, kan man beräkna den elektromotoriska kraften E på grund af den ohmska lagen. Om nämligen strömstyrkan är i, elektricitetskällans motstånd m och galvanometerns motstånd m±, har man

.=sP==_£r

m1 m hvaraf följer

Detta förutsätter dock, att den enda slutningen af strömmen sker genom galvanometern. Är så icke händelsen, får beräkningen ske på grund af lagarna för grenade strömmar.

Vi återkomma i fråga om dynamomaskiner till sambandet mellan potentialskilnaden oeh den elektromotoriska kraften.

Ex. Vid ett Meidingers element erhölls potentialskilnaden 0,47 volt, när inre motståndet var 5,6 4 ohm och yttre motståndet 5 ohm. Häraf erhålles

E =

0,47 =1,0 volt.CARDEWS VOLTMETER.

59

44. Cardews Toltmeter. - Detta instrument, som mycket användes för tekniska ändamål, är af ganska egendomlig anordning. Fig. 20 visar schematiskt dess konstruktion. En fin platinatråd går öfver en trissa A samt är orubbligt fäst vid ena änden B och vid den andra änden C förenad med en tråd, som går kring en andra trissa D och spännes med en spiralfjäder E. Strömmen, som skall undersökas, införes genom en till platinatråden vid Ö fastlödd ledning F, genomlöper platinatråden samt ett i samband därmed varande motstånd B och utgår vid 6r. Härvid upphettas platinatråden och förlänges, men hålles fortfarande spänd medelst fjädern E. Trissan D kommer i följd häraf att vrida sig kring sin axel och medför därvid visaren H. Förlängningen kan antagas proportionel mot den alstrade värmemängden, som på tidsenheten är

P2

^m=*_,

m

om i är strömstyrkan och m motståndet i platinatråden, hvilket växer med temperaturen, samt P potentialskilnaden mellan B och G.

Vid de nyare instrumenten af detta slag har man en platinasilfvertråd af 13 eng. fots längd och 0,0025 eng. tums diameter, hvilken är fäst med .ena änden vid en skruf, går därifrån uppåt öfver en isolerande trissa af ben,

sedermera nedåt under en mindre dylik trissa, därefter å nyo uppåt Öfver -en trissa lika med den första och bredvid denna samt slutligen nedåt och fastes vid en andra skruf. Dessa skrufvar stå i förbindelse med instrumentets polskrufrrar. Det stöd, som uppbär den minsta trissan, drages nedåt genom en spiralfjäder, så att när tråden förlänges denna trissa nedsjunker. Medelst en utvexling sättes härvid en visare i rotation. Genom denna anordning är det blott halfva trådens förlängning, som föranleder Tisarens kriilgvridning, men tråden upphettas och afkyles hastigare, än ota man använder en enda och gröfre tråd, så att instrumentet hastigt kan gifva det rätta utslaget Är den potentialskilnad, som skall bestämmas, icke öfvers tigande 120 volt, begagnas utom den nu beskrifna tråden icke något ytterligare mot-stand, men för högre potentialskilnad tillägges ett sådant, hvilket för alla temperaturer är fullkomligt lika med det förra. Detta tUläggsmofltånd utgöres därför af en tråd med samma längd

FIG. 20.60 ELEKTRICITETENS UPPMÄTNING JÖR TEKNISKA ÄNDAMÅL.

och diameter och anbragt under samma förhållanden beträffande afsvalningen som den förstnämnda. Låter man strömmen, genomgå båda dessa trådar måste vid samma utslag potentialskilnaden vara dubbelt så stor, som när endast den ena tråden genomgås. Begagnas en dylik anordning, har man båda trådarne inneslutna i hvar sitt rör af omkring l meters längd. För att hindra de stänger, hvilka uppbära trissorna, hvarpå, trådarne löpa, att utvidgas och sammandragas olika med trådarne, äro de delvis af mässing och delvis af järn, så att dera& medelutvidgning är lika stor som platinasilfvertrådens.

I de nu omtalade formerna är instrumentet icke användbart för lägre potentialskilnader än vid pass 30 volt*). Ayrton och Perry ha modifierat instrumentet för att kunna göra det användbart äfven för smärre potentialskilnader. Fig. 21 visar

FJG. 21.

den af dem begagnade anordningen. Två parallela trådar WW äro spända i ett rör TT, horisontalt mellan två fasta stöd A och B. Vid deras midt upplyftas de något medelst en spiralfjäder M, hvilken nedtill är fäst vid nämnda trådar och upptill uppbäres genom en fin tråd CD. När strömmen föres genom TF, utvidgar sig denna tråd och fjädern M upplyfter den ännu in era men kringvrides själf därvid, så att en vid D anbragt visare på en graderad tafla gifver ett utslag. Trådarne hvila på en bygel, genom hvilken de verka på fjädern M. Flera modifikationer af denna anordning äro försökta.

. *) Helt nyligen har Cardew konstruerat särskilda voltmetrar efter samma princip, afpassade för låga potentialer.GRADERING AF VOLTMETRAR. 61

45. Gradering af YOltmetrar. - Såsom framgår af livad vi ofvan anfört, är principen för voltmetrarne den, att de punkter A och S af en ledning, mellan hvilka potentialskilnaden skall bestämmas, genom särskilda ledningstrådar sättas i förbindelse med en galvanometer eller annat instrument för uppmätning af svaga strömmar och med så stort motstånd, att det i delen AH varande motståndet i jämförelse därmed kan försummas. Voltmeterns införande kan då icke nämnvärdt förändra den ursprungliga strömmen i AB, och det är blott en ytterst liten del af den elektriska energien, som förbrukas för mätningen. Man kan också häraf finna, hvilka medel man bör använda för voltmetrars gradering eller justering. Vi anföra här efter Ayrton en enkel metod för detta ändamål, hvilken schematiskt framställes i fig. 22. Voltmetern V samt en "Wheatstones brygga eller differential-galvanometer W jämte ett batteri införes mellan ändpunkterna S C af ett lednings-

FIG. 22.

motstånd r^ utgörande en dubbellindad trådspiral, så att icke någon magnetisk verkan utåt förorsakas. Denna spiral är för .öfrigt löst upplindad, så att den skyndsamt kan afsvalna. En noggrant graderad ampéremeter A samt propparne P± och P2 äfvensom ett motstånd r2, som kan förändras, men'som icke behöfver vara kändt, äro införda, på sätt framgår af figuren, mellan klämskrufvarne T^ och T2, hvilka sättas i förbindelse ined polerna till en passande elektricitetskälla. Till en början uttages proppen P2, hvaremot Pt får qvarstå, så att strömmen från: TI och T2 genomgår r± och V, men icke W. Man af-passar mötståndet r2, så att ett lämpligt stort utslag å V

erhålles. Samtidigt afläses utslaget vid amperemetern J., hvarefter proppen P± borttages, så att strömmen mellan jFr och T2 af brytes, hvaremot proppen P2 insattes och med tillhjelp af W uppmätes på bestämda tidsmellanrum de parallela motstånden mellan S och C, hvilka bildas af rt och V. Man uppritar en kurva, hvars abscissor äro proportionel mot tidslängderna och ordinater mot de bestämda motstånden. Genom62 ELEKTBICITETENS UPPMÄTNING FÖR TEKNISKA ANDAMÅL.

FIG. 23.

att något utdraga denna kurva, kan man lätt utröna, huru stort motståndet var i det ögonblick de samtidiga mätningarna vid V och A gjordes. Produkten af detta motstånd i ohm och strömstyrkan i ampere gifver det noggranna värdet af potentialskilnaden i volt, motsvarande voltmeterns utslag. Därefter gifves åt r2 andra värden, och försöket upprepas på samma sätt som förut, tills så många punkter på graderingen man anser behöfliga blifvit undersökta.

Man kan jämväl genom jämförelsen med normal-element af bekant elektromotorisk kraft verkställa i fråga varande gradering. Vi skola i nästa kapitel taga sådana element i betraktande.

46. Undersökning af potentialskilnaden rid vexelströmmar. - De flesta voltmetrar äro oanvändbara för vexel

strömmar samt för andra föränderliga strömmar. Detta gäller särskildt för alla de instrument, hvilka grunda sig på strömmens magnetiska verkningar, således äfven för torsions-gal van om etern. Cardews voltmeter, som beror på strömmens värmeverkningar, är däremot lika användbar for vexelströmmar, rättyända och undulatoriska strömmar som för konstanta strömmar. Härvid bör dock anmärkas, att då graderingen är vérkstäld medelst sistnämnda strömmaiyutslaget angifver den verksamma elektromotoriska kraften V(J5J2) (jämför § 27) eller motsvarande potentialskilnad.

De instrument, som grunda sig på principen för elektro-d^namometern, äro oanvändbara för potentialskilnadens bestämning vid vexelströmmar till följd af den Själfinduktion, som vid dem eger rum (jämför § 29), så framt man icke särskildt tager hänsyn till denna, hvilket dock väsentligt försvårar undersökningen. Vid Cardews voltmeter är däremot Själfinduktionen så ringa, att den ej behöfver uppmärksammas.

För vexelströmmars undersökning är dock qvadranVelektro-metern det afgjordt säkraste instrumentet. Vi anföra här [-Jouberts*}-] {+Jou- berts*}+} metod för potentialskilnadens bestämning därmed. Sätt

*) Journal de Physiqne, IX, p. 297.FEL VID AMPÉREMETRAR OCH VOLTMETRAR. 63

de båda qvadrantparen aa, bb (fig. 23) i förbindelse med punkterna A, -B, mellan hvilka potentialskilnaden skall bestämmas. Vore strömmen i ledningen A B konstant, Pa och P& potentialen hos aa och bb samt P nålens potential, hvilken den kan bibringas t. ex. genom att förenas med ena polen till ett fullt konstant galvaniskt batteri, hvars andra pol sättes i förbindelse med jorden, så blefve nålens afvikning

där k är elektrometerns konstant (jämför § 42). Sätter man däremot nålen på sätt figuren antyder i förbindelse med J3, d. v. s. gifver den samma potential som qvadranterna &&, blifver

p^p . *'

och man får då

Häraf följer, att afvikningens tecken icke förändras, när potentialskilnaden P± - P2 byter om tecken. På grund häraf er-båller man vid vexelströmmar med små perioder, sä att dessa äro ringa i jämförelse med nålens svängningstid, en konstant afvikning, proportionel möt medelvärdet af qvadraten på potentialskilnaden. Denna blifver

där c är en konstant, som en gång för alla bestämmes medelst en bekant elektromotorisk kraft. Om det mellan A och J? varande motståndet M är induktionsfritt, så att dess Själfinduktion kan försummas, har man strömstyrkan

Man får dock erinra sig, att Px - P2 egentligen bör vara, efter den i § 27 antagna beteckningen, y(P1 - P2y samt att i betyder V(?) eller den verksamma strömstyrkan. - Den i § 43 omnämnda elektrostatiska voltmetern af W*

Thomson är lämplig för uppmätning af höga potentialskilnaden ända till 10,000 volt.

47. Fel vid ampéremetrar o<5h roltmetrar. -

De instrument, som i handeln förekomma för uppmätning af strömstyrka och potentialskilnad, äro ofta nog långt ifrån korrekta, hvilket redan synes däraf, att de ingalunda i allmänhet lemna samma utslag for samma strömstyrka eller potentialskilnad. Orsaken härtill är dels beroende på ursprungligen

felaktig gradering eller vårdslöst utförande och dels de förändringar, som ,ett från början riktigt instrument lider genom användandet ener genom yttre åverkan. Vissa instrument äro endast afsedda att användas vid strömmens gång i en riktning. Detta är ofta förhållandet, när fjädrar begagnas eller när mycket järn ingår i instrumentets sammansättning. Instrument med permanenta magneter förändras genom att de sistnämnda med tiden försvagas, ett fel som jämväl hos fjädrar förekommer. Såväl det mjuka järnet som permanenta magneter åverkas i ett magnetiskt fält, och de flesta af ifrågavarande mätinstrument röna därför inflytande af dynamomaskiner i närheten. Från sådan yttre magnetisk inverkan lemnar dock en dubbel mantel af järn ett skydd, på sätt vi förut (§ 37) antydt. Men jämväl strömmen som undersökes kan framkalla en fortvarande förändring i det remanent magnetism meddelas järnet. Det visade sig t. ex. vid försök med en ampéremeter med en massiv järnnål och elektromagneter med massiva järnkärnor, att mot slutet af försöket en svagare ström var tillräcklig att åstadkomma samma afvikning som en starkare ström till en början, beroende på den remanenta magnetism denna frambragt i järnet. Beträffande voltmetrar, uppkomma hos dem i allmänhet fel af samma orsaker som hos ampéremetrar, men därjämte har den temperaturhöjning, som hos den långa fina ledningstråden uppstår vid derivationsströmmens genomgång, inflytande på resultatet, enär ledningftmotståndet därigenom förökas. Cardews voltmeter, hvars utslag just beror på denna temperaturhöjning och däraf följande utvidgning af tråden, lider icke af detta fel, lika litet som den röner inverkan af magnetismen. Den är därför af stort värde för praktiska mätningar, ehuru den får med mycken varsamhet handhafvas.

48. Uppmätning af elektricitetsmängder. - Den

vidsträckta tillämpning den elektriska belysningen vunnit har föranledt många uppfinnare att söka konstruera apparater för uppmätning af det antal Coulomb, som framgått i en ledning. Man kan på vetenskaplig väg med tillhjelp af de voltametrar, hvilka vi förut beskrifvit, göra en sådan bestämning, men naturligtvis skulle detta icke omedelbart lämpa sig för teknikens behof. Edison har dock i ganska vidsträckt skala för sådant ändamål gjort bruk af apparater, hvilka grunda sig på strömmens kemiska verkningar, men anordnade så, att deras användande blifver åtminstone icke allt för obeqvämt. Fig. 24 visar schematiskt en sådan apparat. A och B beteckna de båda från huvudledningarna gående biledningar, som skola förse ett antal lampor L med elektricitet. Två zinkvoltametrar l och II äro anbragta i derivationer till A med stort motstånd, så att

blott en liten men bestämd del af hela elektricitetsmängden genomgår dem. För den skull äro mellan två punkter C och J} å A två nysilfvermotstånd W± =0,oi och Wz = 0,0025 ohm infogade, när ledningen är afsedd för vid pass 25 glödlampor, och dessutom mellan samma punkter å de till voltametrarne gående ledningarna två motståndsrullar af koppar med 8 ohm motstånd. Yoltametrarne innehålla två amalgamerade zinkskifvor på 6 mm. afstånd från hvarandra samt ren zinkvitriollösning. Å ena skifvan utfälles zink och den andra upplöses i mån däraf. Hvardera voltameterns motstånd är 1,73 ohm. Förhållandet

Frö. 24.

mellan Wi och motståndet i derivationen vid l är således i det antagna exemplet

0,01: (8

och mellan motståndet TF2 och motståndet i derivationen vid II

l

0,0025 :(8 + 1,73) =

3892"

Det är följaktligen blott ^=-A af hela elektricitetsmängden,

däraf, som genomgår

som genomgår voltametern J, och

voltametern II. Endera af dessa skulle vara tillräcklig för att utröna den genom AS framströmmande elektricitetsmängden,

men den ena tjenar att kontrollera den andra. Voltametern Ir i hvilken fyra gånger så mycket zink utfälles och upplöses-som i den andra apparaten, afläses en gång i månaden; voltametern II blott hvar fjärde månad. En ampere antages utfälla 20,2 milligram zink per minut, och kan man häraf lätt beräkna den elektricitetsmängd som förbrukats. Men man begagnar sig vid mätningen blott af den zinkskifva, som upplöses vid strömmens genomgång, och bestämmer dess vigtförlust. Vid den elektriska strömmens gång genom zinkvitriollösningen frigöras syre och svafvelsyra, och härigenom upplöses lika mycket af zink vid den ena skifvan som utfälles ur lösningen vid den andra skifvan. Men man kan noggrannare och säkrare bestämma vigtförlusten än vigts till ökningen, hvarför det förra sättet uteslutande användes. För öfrigt böra i voltametern zinkskifvorna vara fullkomligt betäckta af lösningen, hvarjämte de före väg-ningen böra vara rensköljda och torkade i värme.

Edison använder vid sina mätapparater två anordningar^ hvarigenom temperaturens inflytande begränsas. I första rummet inverkar temperaturen på motståndet i vätskan, hvilket blifver så mycket mindre, ju högre värmegraden är. Men detta, kompenseras genom att de tillhörande koppartrådrullarnes motstånd växer med temperaturen. På det att temperaturen hos hela apparaten icke må blifva allt för låg, kan en glödlampa infogas i ledningen medelst en fjäder DFE, som är bildad af två öfver hvarandra liggande stål- och kopparremsor. I allmänhet är icke lampan i verksamhet, utan endast när temperaturen sjunkit tämligen lågt, i hvilket fall genom fjäderns-krökning kontaktet vid E slutes och en ström genomgår lampan. Denna uppvärmer apparaten så mycket, att någon fara för vätskans frysning icke kan uppstå. På samma gång böjes fjädern ånyo uppåt och lampan bringas ur verksamhet. Denna anordning är sålunda fullkomligt självverkände.

Vid de nyaste mätarne för svagare ström använder man blott en enda voltameter i stället för två. Därjämte har man särskilda mätare för treledaresystemet, hvilka innehålla två af hvarandra oberoende voltametrar i en låda. I Norra Amerika äro Edisons mätare i vidsträckt bruk; flera tusen af dem äro där använda. Äfven i Europa förekomma de flerestädes. Så t. ex. begagnas flera hundra af dem i Milanos elektriska centralstation i olika storlek från 4 till 400 ampere strömstyrka.

Bland öfriga mätapparater för elektriciteten eller coulomb-metrar, som de stundom kallas, må vidare nämnas den af Ferranti konstruerade mätaren, hvilken användes vid den elektriska centralanstalten i Antwerpen. Eig. 25 lemnar begrepp om denna apparat. Den är grundad på strömmens elektro-dynamiska verkningar och den däraf härrörande kontinuerliga

rotationen af rörliga ledare. Strömmen införes vid S och utgår vid A ur apparaten. Denna omfattas och uppbäres af ett gjutjärnstycke FF, i hvars midt finnes en låg kammare med qvadratisk botten. Kammaren innehåller qvicksilfver samt en

FIG. 25.

qvadratisk tunn kopparplåt Rit, hvilken är anbragt på tfn vertikal axel M. Denna, som är lätt rörlig, står i förbindelse med en hjulutvexling E. Strömmen genomgår qvicksilfret från midten till omkretsen samt vidare en

spiral DD, bildad af kopparband. Härigenom alstras ett magnetiskt fält med vertikala kraftlinier. Grjutjärnstycket FF blifver till följd häraf68 ELEKTBICITETENS UPPMÄTNING FÖR TEKNISKA ÄNDAMÅL.

magnetiskt. Qvicksilfret jämte den däri nedsänkta kopparplåten bringas i rotation och genom hjututvexlingen meddelas denna till visarne. Inom vissa gränser är rotationshastigheten proportionel mot strömstyrkan och följaktligen vid konstant potentialskilnad mot den genomgående elektricitetsmängden, hvilken sålunda kan uppmätas.

49. Arons elektriska pendel. - Den bästa af de elektriska mätare, som hittills kommit till användande, är utan tvifvel en af Aron i Berlin uppfunnen pendel, med hvars tillhjelp man beqvämt kan uppmäta elektricitetsmängder. Ehuru detta instrument blott en jämförelsevis kort tid varit kändt, har det i Europa vunnit vidsträckt tillämpning, och äfven i vårt land äro många dylika mätare i bruk.

I sin enklaste form utgöres detta instrument af ett vanligt pendelur, hvilket i stället för pendellins har en stålmagnet, anbragt öfver en orörlig stående trådrulle, hvarigenom den elektriska strömmen ledes. Naturligtvis kommer pendelns rörelse att röna inverkan af de attraherande och repellerande krafter, som förefinnas mellan magneten och trådrullen. Antag att magnetens sydpol är vänd uppåt och dess nordpol nedåt, hvilket läge de böra intaga, på det att ej den jordmagnetiska kraften må verka försvagande, samt att jämväl trådrullens poler äro vända på samma sätt - de skulle eljest försvaga magneten - så påskyndas pendelns rörelse härigenom. Det vanliga uttrycket för en sammansatt pendels svängningstid är

där T är tröghetsmomentet, p pendelns vigt och l afståndet mellan tyngdpunkten och upphängningspunkten. Men om därjämte en magnetisk attraktion på sätt nämndes är verksam, har man att till tyngdkraftens moment pl lägga dess på motsvarande sätt uttryckta moment, hvilket kan sättas under formen a/ui, där /u är magnetens magnetiska moment, i strömstyrkan och a en koefficient, som beror på trådrullens form och läge. Svängningstiden blifver nu

*> \I T t = n l / -,-------:

l/ pl -f- «/n

Förhållandet mellan svängningstalen n och n' i båda dessa fall blifver

_

n t \ pl l \ c där c är en af strömstyrkan oberoende qvantitet.ABONS ELEKTRISKA PENDEL. FlG. 26.

Under förutsättning att i: c är ett litet bråk, kan man med tillräcklig noggrannhet sätta

n

hvaraf följer

^n

Men m är proportionel mot den elektricitetsmängd, som under den tid, för hvilken svängningstalen räknats, genomströmmat, och häraf följer, att elektricitetsmängden kan bestämmas genom70 ELBKTBICITETENS UPPMÄTNING FÖR TEKNISKA ÄNDAMÅL.

att iakttaga den förändring, urets gång lider genom strömmens åverkan. Om strömstyrkan icke öfverstiger en viss gräns, kan man erhålla elektricitetsmängden genom att multiplicera den observerade tidsskilnaden med en genom försök bestämd konstant. Vanligen är ett andra ur med icke magnetisk pendelvigt anbragt vid sidan af det förra, på sätt framgår af fig. 26. Denna elektricitetsmätare har dock, i olikhet med Arons första konstruktioner, urverken och visaretaflorna så inrättade, att de omedelbart angifva den elektricitetsmängd, som genomgått ledningen. Äfven för treledaresystemet kan man använda dylika pendlar. Man har då i stället för en magnet två sådana på samma pendel med hvar sin trådrulle. Den ena af dessa genomlöpes af strömmen i den negativa, den andra af strömmen i den positiva ledningen.

5O. Mätare för elektrisk energi och wattmetrar.

- Man har konstruerat flera instrument, afsedda att direkt bestämma den elektriska energi, som vid en ledning utvecklas, eller antalet watt, d. v. s. produkten af volt och ampere under en viss tid. Yore potentialen konstant, skulle sn coulomb-meter, sådan vi nyss beskrifvit densamma, kunna för detta ändamål användas, men i annat fall ej. Man får då begagna särskildt härför konstruerade apparater. Så t. ex. har W. Siemens genom modifikation af sin elektrodynamometer erhållit en wattmeter, hvilken väsentligt förbättrats af Zipernowsky. Några energimätare utgöras af elektriska motorer, hvilka rotera med en hastighet, proportionel mot den för ögonblicket verksamma energien, hvarför antalet hvarf, multipliceradt med en konstant, angifver energiens storlek. Vanligare är dock att kombinera en wattmeter med en integrator, med hvars tillhjelp den förstnämndas utslag adderas. Aron har gjort bruk af samma princip, som han tillämpat vid den i förra paragrafen beskrifna pendeln, jämväl vid en wattmeter, och dennas anordning skiljer sig föga från den i fig. 26 sid. 69 afbildade. Men i stället för den vertikala magneten finnes en horisontal trådrulle med en lång, fin tråd, som är anbragt i derivation och hvilken svänger inuti en orörlig liggande trådrulle med grof tråd, som genomgås af hufvudströmmen. Till den inre rullen kommer strömmen genom två trådar, som äro inneslutna i den ihåliga pendelstången. Denna ströms styrka är proportionel mot potentialskilnaden, och den kraft, hvarmed den orörliga rullen åverkar pendeln, är därför proportionel mot antalet watt. Huruvida rörelsen accelereras eller retarderas beror på riktningen, som man gifver strömmarne i trådrullarne. Man kan jämväl på så sätt uppmäta vexelströmmar.MÄT ÅKE FÖR ELEKTRISK ,ENERGI OCK WATTMETRAR. 71

Kapp har anställt försök med Arons wattmeter för att iitröna, huru dess koefficient varierar vid olika potentialskilnad och strömstyrka. Den förras värde låg mellan 95 och 130*rolt och den sistnämndas maximivärde var 25 ampere. Resultaten voro:

med l glödlampa (0,65 ampere) . . . 1,146 » 12 glödlampor (8 ») ... 1,141

» 35 » (23 ») . . . 1,130.

Försök gjordes jämväl med vexelströmmar, och visade det sig, att noggrannheten blef något mindre än vid konstanta strömmar, men dock tillräcklig för praktikens behof.

Vi böra äfven nämna, att man kan genom en af Potier angifven metod med tillhjelp afqvadrant-elektrometern bestämma det mellan två punkter

af en ledning förrättade ______

elektriska arbetet, vare sig för konstant ström eller vexelström. Elektricitetskällan E (fig. 27) sänder ström genom ledningen ABC, där AS är den del, där arbetet skall uppmätas och BC ett för mätningen infördt induktionsfritt motstånd = m. A och B sättas i förbindelse med de båda qvadrantparen och alumi-niumnålen ömsevis med punkterna B och C. Om

jo och y äro de härvid erhållna utslagen samt P^ P2 och P potentialerna i A, B och G, så har man (jämför § 46)

Subtraheras dessas eqvationer, erhålles

Px - P2 är potentialskilnaden mellan A och B samt P2 - P potentialskilnaden p mellan B och C, hvilken åter-ligen är lika med produkten af strömstyrkan i i ledningen AB

FIG 27.72 ELEKTEICITBTENS UPPMÄTNING FÖR TEKNISKA ANDAMÅL.

och motståndet m i BC. I följd häraf uttryckes i fråga varande arbete per sekund eller den elektriska energien genom

T P-r

Jern

watt.

51. Kirchhoffs lagar och deras tillämpning rid Wheatstones brygga. - I de flesta fall begagnas för motståndsmätningar anordningar, grundande sig på dessa lagar.

Yi skola därför i minnet återkalla dessa, hvilka,

för öfrigt ega vidsträckt tillämpning inom flera

grenar af elektrotekniken.

Den ena af dem är, att då flera ledare möta

hvarandra i en punkt, är summan af styrkan ho&

de strömmar, som gå i riktning mot punkten,;

lika med summan af styrkan hos de strömmar,.

hvilka gå från denna, så att t. ex., se fig. 28,.

hvilket ock uttryckes genom formeln

. 5/f\ E '-/ * \'

där strömmarne räknas positiva eller negativa efter riktningen. Den andra af de kirchhoöska lagarne, hvilken lätt katt härledas ur Ohms lag, uttrycker, att när en sluten ledning i flera delar förefinnes, så är summan af de produkter man erhåller, när för hvarje del strömstyrka och motstånd multipliceras, lika med summan af de elektromotoriska krafterna därstädes. Denna sats gäller hur ledningarna ock skära hvarandra för hvarje sluten figur, som af dem bildas. Pinnes icke någon elektromotorisk kraft i någon punkt af en sådan figurs omkrets, är pro-duktsumman noll. Naturligtvis-måste tecknen införas för ström-styrkan och den elektromotoriska kraften, hvarvid man kan räkna t. ex. positivt tecken för den ström eller den elektromotoriska kraft, hvars riktning öfverensstämmer med visarnes-rörelse i ett ur.

Låt ml9 m2, m3 ... (se fig. 29) vara motstånden i de särskilda delarne af en sluten figur och il9 %^ is ... strömstyrkan* därstädes med riktning såsom pilarne antyda, äfvensom JE/±, E^ elektromotoriska krafter, verksamma i de betraktade ledningarna.

FIG. 28.

FIG. 29.KIRCHHOFFS LAGAR OCH DERAS TILLÄMPNING.

Då är

en eqvation, som äfven kan sättas under formen

FIG 30.

Bland de många tillämpningarna af i fråga varande lagar skola vi nu blott sysselsätta oss med Wheatstones ~brygga, hvars anordning schematiskt angifves af fig. 30. Fyra ledningar med motstånden m1, wa, mB, mé äro förenade vid punkt-terna A, B, C och D, exempelvis i form af en parallelogram. Dennas diagonaler A C och BD utgöras jämväl af ledningar; i den första är en elektricitetskälla Sy i den andra en galvanometer 6? införd. Strömförgre-ningen blifver då såsom pilarne antyda. I den diagonala ledningen BD komma två strömmar att möta hvarandra, och man inser lätt att genom passande val af motstånden den resulterande strömstyrkan därstädes kan blifva noll, så att galvanometern icke gifver något utslag. Vi beteckna den strömstyrka, som då förefinnes i motståndet m±, med ii9 i m? med i^ o. s. v. De kirchhoffska lagarne gifva i så fall eqvationerna:

För strömmarne vid punkterna B och D:

JFör de slutna figurerna ABD och BCD:

eller

m

Jämföras dessa eqvationer erhållas

WQ

eller

m1m3«=mam4.

När strömmarne i den diagonala ledningen BD upphäfva hvarandra, d. v. s. när galvanometerns utslag är noll, äro produkterna af de i parallelogrammen motstående ledningarnas inotstånd lika stora*).

*) För en närmare utveckling af teorien for Wheatstones brygga samt om olika former för densamma hänvisas till afhandlingar i Annalen der Physik und Chemie, Bd. 30, 1887, af H. Weber och O. Frölich.

FIG. 81.

53. Uppmätning af det elektriska lednfngsmot-ståndet med tillhjelp af Wheatstones-Kirchhoffs brygga.

- Om man känner tre af de fyra motstånden i parallelogrammens sidor, kan man däraf beräkna det fjärde, och man finner lätt, huru en motstånds. bestämning' sålunda kan verkställas med begagnande af Wheatstones brygga. Man kan för den skull antingen anbringa reostater, hvilkas anordning vi senare skola beskrifva, i stället för en eller flera af ledningarna, för att kunna efter behof förändra dessas motstånd, eller ock kan man, såsom KircKhoff först användt, förändra förhållandet mellan motstånden hos två närliggande sidor af parallelogrammer Detta kan ske på två sätt, såsom fig. 31 och 32 schematiskt antyda. I båda figurerna betecknar G galvanometern och S stapeln eller elektricitetskällan hvarmed strömmen framkallas. Den första af dessa anordningar är den vanligen begagnade och den har den fördel, att stapeln blott är sluten det ögonblick ett vid A längs tråden SAD

rörligt kontaktstycke hålles nedtryckt.

En dylik brygga, utförd af firman L. M. Ericsson & C:o i Stockholm, visas af fig. 33. På en mahogny skifva är anbragt en i millimeter indelad skala SS af l meters längd och bredvid densamma är spänd en tråd af nysilfver, hvilken bör vara så jämn som möjligt. Från ändarne af denna tråd gå tjocka kopparremsor eller stänger B, C, hvilka äro afbrutna på fyra ställen, men vid jB och C äro vanligen föreningarna återstälda medelst korta sådana kopparremsor jämte skrufvar. Vid behof kan man där infoga motstånd. I vanliga fall är det tillräckligt att ett motstånd af l ohm är infördt vid O. Från ett galvaniskt element E gå ledningar dels till

FIG. 32.

f

kopparremsan och dels till en löpare J., hvilken är försedd med nonie och lätt kan skjutas fram och tillbaka i skalan. När en knapp å löparen nedtryckes, erhålles kontakt med nysilfver-tråden, så att strömmen från elementet delar sig å ömse sidor» om denna tråd. Det motstånd, M man har att bestämma införes vid M. Därjämte införes en galvanometer 6r i ledningen på sätt figuren antyder. För den skull äro å kopparremsan fäst-skrufvar anbragta. Man flyttar löparen längs skalan till dess vid knappens nedtryckning och strömmens slutning icke någon

FIG. 33.

afvikning uppstår å galvanometer^ Då är enligt teorien för bryggan det sökta motståndet

T nO

m

om O är det införda bekanta motståndet samt m och- n längderna af nysilfvertråden å ömse sidor om kontaktpunkten.

'Man kan äfven i skalan omedelbart angifva motståndet. En af mekanikern Lundell konstruerad och af firman

ÖUer & C:o i Stockholm utförd brygga af detta slag är afbildad i fig. 34. Strömmen från stapeln E går genom en ledning med föga motstånd till en löpare A, där genom ett kontakt den delar sig i två grenar, hvilka genomlöpa båda delarne m och n af en fin platinatråd. Från högra änden af denna fortsätter strömmen genom ledningar, som å figuren icke synas, dels till gal-vanometern G och dels till det konstanta motståndet O. Den venstra änden af platinatråden är förenad dels med galvanometern och dels med det motstånd M man vill undersöka, hvilket tillika sättes i förbindelse med stapelns ena pol. Man har här

För att kunna uppmäta såväl större som mindre motstånå med detta instrument, kan man genom insättande af en propp

i olika t hål af mässingsstyckena vid O in%a i ledningen motstånd ät l, 10 och 100 ohm. Men emedan trådens jämnhet icke är att lita på för noggrannare mätningar, äro de~ värden å motståndet, som å delnings-strecken äro afsätta, icke bestämda genom beräkning på grund af ofvanstående formel utan genom jämförelse med kända motstånd. Äfven vid andra dylika mätapparater, där större noggrannhet påkallas, är det behöfligt att undersöka huruvida öfverallt lika längder af tråden utöfva lika stort motstånd och, om så befinnes icke vara förhållandet, upprätta, en korrektionstabell. Man brukar äfven genom att afslipa tråden på de ställen där så behöfves afpassa den så, att dess motstånd vid olika delar motsvarar det af skalan angifna värdet därför.

53. Differential-galvanometerns användande f8r uppmätning af det elektriska ledningsmotståndet» - Stundom gör man vid motståndsbestämning bruk af dif-ferential-galvanometern, vid hvilken två lika trådlindningar förefinnes, så att då strömmar lika starka och motsatt riktade genomgå dem, magnetnålens utslag blifver noll. Fig. 35 visar schematiskt anordningen vid en dylik mätning. M är det undersökta motståndet, D differential-galvanometern, E en reostat, hvarmed olika men kända motstånd kunna i ledningen införasr S en stapel eller annan elektricitetskälla, från hvilken strömmen grenar sig i M och B. Man afpassar reostatens motstånd till dess icke galvanometern gifver utslag, då M och E måste vara lika stora.

Man kan för öfrigt på olika sätt modifiera denna mätningsmetod. Sålunda har C.iW. Siemens och efter honom flera andra konstruerat instrument för noggrann uppmätning af ett

Fm. 35.

FIG. 36.

litet motstånd, hvilka äro grundade på den anförda principen. Mikro-ohmmetern af Maiche utgöres af två trådrullar, anbragta parallelt på två mikro-nå eterskrufvar med gemensam axel, så att .då den ena eller andra af dessa skrufvar ^kringvrides ett hvarf, rullen förskjutes l mm. Mellan de båda rullarne finnes en magnetnål, hvars afvikning reduceras till noll genom förskjutning af den ena eller andra Tullen. Medelst gradskifvor vid mikrometer-skrufvarne och skalor parallela med dessas längd kan en noggrann afläsning göras och -motstånd på l: 2,000 ohm direkt uppmätas, då värdet i ohm af hvarje skaldel är en .gång för alla bestämdt.

Äfven Ayrton och Perrys ohmmeter förtjänar omnämnas. Eig. 36 antyder schematiskt konstruktionen af detta instrument, hvilket förnämligast användes för att uppmäta det vanligen mycket ringa motståndet i en lednin g, hvaruti en stark konstant ström framgår och hvilken följaktligen är upphettad. Man gör här l3ruk af en galvanometer med två cirkelformiga trådlindningar, stälda i rät vinkel mot hvarandra och verkande på en nål af mjukt järn vid den gemensamma medelpunkten. Den ena af dessa trådlindningar är af grof tråd i ett fåtal hvarf, den andra innehåller ett -stort . antal hvarf fin tråd. Motståndet m, som skall bestämmas, är anbragt i följd med den första lindningen, men den sistnämnda i derivation därifrån på .sätt framgår af figuren. Mien intager en järn vigtsställning, som beror på motståndet m, men ej af strömstyrkan. Om denna iir i i den grofva trådlindningen, i' i den fina samt i" i motståndet, har man

i = i' 4. i",

Betecknar vidare p potentialskilnadan mellan motståndets ändpunkter, är

-u P .." ., p

^ =^- äfvensom ^ = -±-7, m m

då m' är motståndet i den fina trådlindningen, och man har därför

. /! =p -

\ m

m m

Men om pl uttrycker det magnetiska momentet, som nålen erhåller dels genom inverkan från den grofva, korta tråden, som har n hvarf af radien r och som frambringar ett magnetiskt fält af intensiteten // i en mot dess plan vinkelrät riktning, och dels genom inverkan från den fina tråden, som har w' hvarf af radien r' och som frambringar intensiteten H', så bildar nålen vid järn vigt en vinkel a med normalen till nämnda plan, bestämd af eqvationen

H/iil sin oc = S'/ul cos a, hvaraf följer

Nu är (jämför § 34)

Följaktligen har man

nfi'r nr m tång a ..

tång a - -^--

mr nr m + m

Är det sökta motståndet m mycket litet vid sidan af m', kan man sätta

hvaraf följer

nrm

tång « = -r-r, 0 nr m

nrm ,

m ==--- tång «. nr

54. Jämförelse mellan motståndsetalonger. - För

att med stor noggrannhet kunna jämföra prototyperna för ohmen, hvilka utgöras af räta horisontala glasrör, fylda med qvicksilfver, med de sekundära etalongerna, hvilka äro dylika rör, men böjda i spiral och inneslutna i glaskärl, samt med de praktiska etalongerna, hvilka vi snart skola beskrifva, använder man särskilda metoder, som medgifva ännu större noggrannhet än de förut omtalade sätten for motståndsbestämning. Vi skola bland dem endast anföra en af Fleming & Jenkin i England och de Nerville i Frankrike använd metod, hvilken erbjuder en viss analogi med dubbelvägningen vid vigters jämförelse. Fig. 37 angifver densamma schematiskt. FF' är en med skala försedd ny Silfvertråd, a, 6, c och d motstånd, vanligen olika etalonger; PP', de punkter där strömmen från stapeln införes, samt A

och B de punkter, vid hvilka ledningen till galvanometern Gr ingår. Yid S är ett rörligt kontaktstycke, så att denna punkta läge å tråden kan förändras. Betecknas med m motståndet hoa en af trådens delningar, n hela antalet af dessa mellan F och F samt x antalet af dem mellan F och B. Vi skola antaga, att motstånden &, c, d äro oföränderliga, att förhållandet 6: c är helt nära = l och att d är ganska nära lika med motståndet hos de etalonger, man har att med hvarandra jämföra, hvilka insättas den ena efter den andra såsom a. På grund af de

FIG. 37.

kirchhoffska lagarne erhålles, när galvanometern visar noll d. v. s. när ingen ström i ledningen BÄ förefinnes,

b a + xm

c ~~ d + (n - x) m

Om nu en annan etalong a! insattes i stället för a, blifver ett annat jämvigtsläge, motsvarande antalet x' skaldelar mellan F och B, och man erhåller

6 __ a! -h x1 m

c ~~ d -t- (n - x'} m Af dessa båda eqvationer får man

a - a! = m (xr - x) l- -f- 1) .

Men som en noggrann uppmätning af ö : c är förenad med svårigheter, kan man omkasta & och c samt göra nya afläsningar, då man i stället för x och x' finner y och yf. Då blifver

Divideras denna eqvation med den näst föregående, finnes

fr = yf - y

c xf - x

och efter insättning af detta värde

a - af*= m (xf - x + y1 - y).$0 ELEKTRICITETENS UPPMÄTNING FÖK TEKNISKA ÄNDAMÅL.

Ett af de Nerville användt instrument af detta slag hade .en tråd, hvars motstånd var omkring 100 microhm per millimeter. Därmed kunde etalonger på l ohm jämföras sinsemellan jned ett fel, understigande en hundratusendel. Vid försöken omkastades strömriktningen för hvarje afläsning och medeltalen af två sådana mätningar togos. De båda konstanta motstånden J) och c voro af grof nysilfvertråd med 3 mm. diameter och inneslötos i en gemensam mycket stor mässingscylinder med -paraffin, så att temperaturvexlingarna voro lika för båda. Ändarne förenades med kopparstänger af 13 m. m. diameter, hvilka nedgingo i kommutatorns qvicksilfverskålar. Den sekundära etalongen anbragtes i smältande is; de praktiska etalonger, som därmed jämfördes, såvidt möjligt i en och samma vattenmassa, hvilken omrördes.

55. Praktiska etalonger för motståndsenheten. -

De i ;praktiken använda etalongerna för ohmen äro vanligen :gjorda af nysilfver, som har ett ansenligt motstånd, hvilket föga

förändras med temperaturen, ehuru visserligen olika allt efter halten af de metaller, koppar, zink och nickel, som däruti ingå. Men en ny legering, benämnd platinoid, hvilken utgöres af nysilfver med en tillsats af l till 2 % tungsten, har ett ännu större motstånd än nysilfver, och dettas tillväxt vid temperaturhöjning uppgår till knappt hälften af ny-silfrets. Man har därför börjat använda platinoi-den för sådana etalonger. NicJcelin ar en annan sådan legering, som vunnit användande för samma ändamål. Beträffande den form, man gifver dylika etalonger, lemnar fig. 38 begrepp därom. Motståndsspiralen är anbragt uti en mässingscylinder med

FIG. 38. AREOSTATER.

FIG. 39.

«dubbla väggar samt mellan dessa, så att då cylindern nedföres Titi ett kärl med vatten, såsom i figuren visas, beröringsytan med detta blifver stor. Äfven detta kärl kan lämpligen ega dubbla väggar för att hindra värmemeddelning utifrån. För att hindra kortslutning genom vattenmassan, äro de f|-formigt böjda kopparstänger, som stå i förbindelse med spiralerna, till en del af längden omgifna med rör af ebonit och mässing. De fria ändarne af kopparstängerna nedsättas i kärl med qvicksilfver, när man vill åstadkomma elektrisk förbindelse med eta-longen. Medelst en termometer bestämmes vattnets temperatur. Vanligen är å etalongen utsatt vid hvilken temperatur den är riktig. Har den ej denna, får korrektion göras härför.

56. Reostater. - Icke endast vid motståndsbestämningar, utan vid många andra tillfällen gör man bruk af s. k. reostater, hvilka innehålla ett ^ller flera motstånd af bestämd storlek, eller hvars storlek kan »efter behof på bestämdt sätt förändras. När styrkan af den ström, som skall föras därigenom, är temligen ringa, gör man vanligen bruk af en låda, innehållande ett antal rullar med tråd af nysilfver, nickelin eller dylikt, så anordnade, att en eller flera af dessa kunna i ledningen införas. Fig. 39 visar en del af det inre till en sådan låda. Kullarne W^ W% ... äro af trä eller ebonit med den isolerade tråden upplindad däröfver. Trådändarne äro fastlödda vid styfva trådar w, w .. ., som i sin ordning äro fästa vid mas-tsingsstyckena Cf1, CT2, C8 ..., hvilka äro fastskrufvade vid locket EE till lådan. Detta lock är af trå eller ebonit. P±, P2 äro proppar af mässing med ebonithandtag. Om en af dem t. ex. P0 nedsattes mellan 672 och (73, går strömmen omedelbart mellan dessa stycken, utan att rullen W^ genomgås af .annat än en ytterst liten del däraf, som utan märkbart fel kan försummas. Men om en propp uttages, går strömmen helt och hållet genom motsvarande rulle. Kontaktytorna böra hållas väl rena. Propparne jämte de hål, hvari de skola insättas, böra vara något koniska och väl slipade mot hvarandra. Vid insättningen bör proppen gifvas en skrufformig rörelse, hvarigenom kontakten främjas. Trådlindningen på rullen bör vara

Elektriciteten.

6FIG 40.

sådan, att strömmen däri icke kan utöfva någon verkan utåt på en magnetnål. Por den skull bör tråden, såsom figuren antyder, lindas dubbel, så att strömmen går först flera gånger i en riktning och sedan lika många gånger i motsatt: riktning, hvarigenom båda trådlindningarnas verkan utåt upp-häfves. Trådarne isoleras med silke och ofta förses rullarna med ett öfverdrag af paraffin. Man har lådor med flera olika anordningar och med olika motstånd, så t. ex, med l, 2, 2, 5r 10, 10, 20, 50, 100, 100, 200, 500, 1,000, 1,000, 2,000, 5,000* ohm eller tillsammans i en låda 10,000 ohm. Stundom begagnas enkla reostater, där en rad rullar äro stälda på ett bräde. Jämväl begagnas såsom reostater en eller två trådar, spända, öfver ett bräde och med flyttbart kontakts ty eke, så att en olika längd af tråden och således olika stort motstånd kan i ledningen införas.

Reostaterna for starka strömmar gifvas en annan inrättning.. Ofta göras de af galvaniserad, d. v. s. med zink Öfverdragen,, järntråd, som är lindad i spiral och af hvilken strömmen får genomgå en större eller mindre längd. Fig. 40 visar en dylik reostat af Schuc-kert, där ett antal parallela dylika, trådar äro anbragta i en träram på så sätt, att motståndet lätt kan förändras. En nyare af Herrik härrörande anordning visas af fig. 41. Principen för denna är, att då mindre motstånd erfordras förenas de särskilda trådarne i deri-vation, men däremot i följd, när stort motstånd påkallas. Reostaten utgöres af ett antal horisontalt anbragta trådar af järn eller nysilfver, hvilket läge är fördelaktigare för afsvalningen än den vanligen använda vertikala ställningen. Sinsemellan äro de särskilda trådarne förenade med ledande vertikala tvärstycken, som uppbära horisontala metallstycken, med hvilkas tillhjelp två häfstänger A och B kunna sättas i ledande förbindelse med trådarne. Häfstängerna kunna vridas kring reostatens poler + och -. När A har det af figuren antydda läget, äro trådarne kortslutna med tillhjelp af A, JS eller stången C. Aflägsnas A från C komma alla trådarne l-11 i derivation. Motståndet ökas genom att aflägsna stången eller kringvrida den. Man bortskaffar sålunda successivt ur derivationen trådarne l och 2, 3 och 4 etc., till

dess endast 11 återstår, då häfstången A afbrutit alla kontakter. På samma sätt bringar man med tillhjelp af S i serie trådarne 11 och 10, 9 och 8, 7 och 6 etc., och då denna hafstång i sin ordning afbrutit alla kontakterna, hafva alla elfva trådarne, som till en början voro anbragta i derivation mellan -f och - polerna, kommit i serie mellan dem. Man kan sålunda erhålla tolf olika motstånd med reostaten, sådan den af figuren antydes. Man gör äfven bruk af flera andra slag af reostater. Sålunda har man dylika af kolstänger eller kolskifvor. Ännu vanligare begagnas såsom reostat ett antal parallelt stälda glöd-

Flö. 41.

ÄMWWå^^

J^WMW^

-^äjw^w^^^

lampor. Stora motstånd kan man åstadkomma med grafit. Man har t. ex. på en matt glasskifva uppdragit streck med en blyertspenna samt vid ändarne cirklar, hvarpå glasrör med qvicksilfver för strömmens inledning anbragts. Äfven vätskereostater begagnas; svag zinkvitriollösning i ett rör med amalgamerade zinkelektroder är härför lämpligast.

57. Resultatet af undersökningarna rörande metallernas ledningsmotständ. - Ett stort antal bestämningar äro gjorda öfver metallernas motstånd vid den elektriska strömmens genomgång. Såsom vi redan i § 17, p. 12 anfört, kan motståndet m af en ledning af längden l med tvärskärningen a uttryckas genom formeln

si

där s är det specifika ledningsmotståndet. Om flera ledningar gå mellan samma punkter, förminskas motståndet, så att om

w±, m2, m3... (fig. 42) äro dessa

___ ledningar, gående mellan punk-

terna A och J3, och motstånden betecknas på samma sätt, är hela motståndet mellan dessa punkter bestämdt af eqvationen

l l - = - -l- - + - + .. .

m m^ mQ ms

Detta uttryck kan lätt härledas ur de kirchhoffska lagarna.

Beträffande värdet af koefficienten s blifver den naturligtvis olika för samma metall, allt efter de enheter man antagit för l och a. Tänker man sig dessa angifna i cm. och qvcm., så är

enligt Matthiessen för kemiskt ren metall vid 0°

*.

silfver, anlöpt...........s = l,504 mikrolim

» hårddraget......... 1,634 »

koppar, anlöpt........... 1,598 »

» hårddragen........ 1,634 »

guld, anlöpt............ 2,058 »

» hårddraget.......... 2,094 »

aluminium, anlöpt......... 2,912 »

zink, pressad . . . . 5,626 »

platina, anlöpt........... 9,057 »

järn, » .... 9,716 »

nickel, » .... 12,47 »

tenn, pressadt........... 13,21 »

bly, » .... 19,63 »

nysilfver, hårdt eller anlöpt. ... 20,93*) »

antimon, pressad.......... 35,50 »

qvicksilfver............ 94,32 »

vismut, pressad.......... 131,2 »

*) För nickelin uppgifves s = 41,2, för platinoid vid pass 34.

Dessa tal angifva motståndet hos l kbcm. af metallen, om man tänker sig strömmen ingå vid ena sidoytan af kuben och utgå vid den motsatta. Eör att erhålla motståndet i ohm hos en tråd al' l meters längd och l qvmm. tvärskärning har man att multiplicera med

För ren koppar skulle således vid 0° temperatur s vara 0,01598 oller 0,01634, allt efter som metallen är anlöpt eller hårddragen, och för rent järn 0,09716, hvarvid l räknas i meter, a i qvmm. samt motståndet i ohm. Men metallens renhet är af stort inflytande och särskildt förökas kopparens motstånd väsentligt genom metallens halt af främmande ämnen. Huruvida undantag finnes från denna regel är obekant, men vi vilja fäste, uppmärksamheten på den omständighet, att i tekniken blifvit införd koppar af hög ledningsförmåga, med mindre motstånd än Matthiessens såsom ren angifna koppar samt med sp. vigt ända till 9,6, då den rena kopparens sp. vigt är 8,87*). I alla händelser kan man numera för elektriska ledningar erhålla koppar, hvars ledningsförmåga är mer än 95 % af den rena kopparens, under det att den förr använda tråden var vida sämre.

Vid flera tillfällen erfordras uppgift öfver motståndet hos metalltråd af bestämd längd och diameter. Betecknas dessa med l m. och d mm., blifver

106

2_ ~ 100'

s J

ohm.

Man har för

koppar, anlöpt..............s^ =0,02034

» hårddragen............ 0,02081

järn, anlöpt................ 0,1237

nysilfver.................. 0,2 C66

platina, anlöpt.............. 0,1153

Temperaturen utöfvar dock stort inflytande, och motståndet hos metallerna växer ofta ansenligt vid högre temperatur. Mg. 43 lemnar efter René Benoit en grafisk framställning af motstånden hos flera olika metaller och legeringar vid olika temperaturer. De sistnämnda äro afsätta såsom abscissor och motstånden i mikrohm per kbcm., d. v. s. i ohm vid 100 m. längd och l qvmm. tvärskärning såsom ordinater.

*) Se 1'Electricien, 1887, p. 449.

Yi vilja äfven redogöra för ledningsmotståndet hos den s. k. kiselbronstråden, som vunnit stor tillämpning i synnerhet för telefonien, men som jämväl inom andra grenar af elektro-

FIG. 43.

tekniken börjat vinna insteg. Ben eger visserligen icke så stor ledningsförmåga som den rena kopparen, men större än ärnet och öfverträffar till och med stålet i hållfasthet. Fabri-

Ranten af den nya tråden, L. Weiler, uppgifver i detta afseende:

.. Ämnet, hvaraf tråden är tillverkad. Hållfasthet i kilogram per qvmm. Motstånd i ohm per kilometer och 1 rnm. diameter. Ledningsför- j måga i procent af den rena kopparens.

l 1

Ren koppar...........j 28 20,57 100

l Kiselbrons för telegraftrådar afj

l 2 ram.............! 45 | 21,42 95 ,

j Kiselbrons för telefontrådar. . .; 76 64,00 34 j

j Fosforbrons» » ... 72 78,00 26 !

Svenskt järn........... 36 135,20 16 !

Bessemerstål........... 40 156,00 13 |

Siemens-Martin-stål....... 42 166,80 j 12 i

För öfrigt är kiselbronstråden nära nog oföränderlig i luften och dess motstånd beror föga af temperaturen. Enligt Leblonä är för temperaturer mellan 0° och 50°

mt = m0 (l + M),

-där m o och mt äro motstånd vid 0° och t° samt k en koefficient, hvars storlek är för

kiselbrons................ fc -0,000740

fosforbrons................ 0,000743

järn.................... 0,00472

koppar .... 0,00402.

"Vi anföra dessutom

nysilfver.................k - 0,00044

platinoid................. 0,00021

nickelin.................. 0,00025.

I Sverige äro undersökningar gjorda af C. Carlsson i Kohlsva samt af prof. Eggertz i fråga om järn- och ståltråds ^ledningsförmåga*). Den förre fann, att denna växer, när kolhalten aftager. Så t. ex, visade järn af 0,80 proc. kolhalt en ledningsförmåga af 11,69, när en kolhalt af 0,04 proc. motsvarade 17,25, hvarvid den rena kopparens ledningsförmåga ^antages till 100 vid 15,5°. Eggertz fann för olika slags järntråd värden mellan 14,67 och 20,14 samt för engelsk ståltråd ;af 0,85 proc. kolhalt 10,34, allt vid nämnda temperatur och i .jämförelse med kopparen. Vi hafva redan angifvit, huru stort inflytande kopparens renhet utöfvar på dess ledningsförmåga,

*) Järnkontorets Annaler, 1881 och 1883.och detta bekräftas jämväl af de sistnämnda försöken. Vi anföra exempelvis, att hos engelsk koppartråd med en halt af 0,3 proc. arsenik ledningsförmågan nedgick till 34,68.

Ex. Huru stort motstånd utöfvas af en ledning af hårddragen koppartråd, 100 m. lång, 4 qvmm. i tvärskärning vid 20° temp., om ledningsförmågan är 96 proc. af den rena metallens?

m = 0,01634*100(1+0,00402-20)/(4*0,96) = 0,46 ohm.

58. Isoleringsmotstånd. - De dielektriska kropparne utöfva i allmänhet ett mycket stort ledningsmotstånd. Man kan dock med Wheatstones brygga uppmäta jämväl ett sådant, om man har tillräckligt känsliga galvanometer. För de största motståndens uppmätning går man likväl vanligen till väga på det sätt, att man mäter strömstyrkan

I, som vid en bekant potentialskilnad *P* genomgår den undersökta kroppen, då motståndet hos denna blifver

M = P/I

Naturligtvis måste man vid sådana tillfällen begagna en elektricitetskälla af stor elektromotorisk kraft, t. ex. en galvanisk stapel med många i följd anbragta element eller ett stort accumulatorbatteri.

Det motstånd, som utöfvas af olika ämnen, använda såsom isoleringsmedel, kan beräknas på samma sätt som för metaller (jämför p. 84), om man känner det specifika ledningsmotståndet s. Af de bestämningar, som af *Ayrton* o. a. blifvit gjorda i detta hänseende, anföra vi följande:

glimmer vid 20° .... s= 84 * 10^{12} per kbcm. guttaperka vid 24° .... 450 * 10^{12} » » schellack vid 28° .... 9,000 * 10^{12} » » Hoopers vulkaniserade kautschuk vid 21° 15,000 * 10^{12} » » ebonit vid 46° .... 28,000 * 10^{12} » » paraffinvax .... 34,000 * 10^{12} » » glas vid 60° .... 1,020 * 10^{12} » » » » 100° .... 206 * 10^{12} » »

Hos de dielektriska kropparne minskas motståndet vid högre temperatur, i motsats till hvad förhållandet är hos metallerna. Det bör dock anmärkas, att elektriciteten kan bortgå från elektriska ledare icke blott genorn självfva massan af isoleringsämnet, utan äfven vid ytan genom det lager af vatten eller smuts, som där är till finnandes. En med elektricitetladdad kropp, som uppbäres af glas- eller ebonitstänger, förlorar i torr luft förnämligast elektriciteten genom en sådan läckning vid ytan; i fuktig luft verkar äfven denna ledande. Ett öfverdrag af paraffinvax eller schellackfernissa gör ytan af en glasstång mindre hygroskopisk, men om stången kan hållas torr och damfri är det bättre att icke göra bruk af en sådan beklädnad. Bäst är likväl att använda ett glaskärl, vid hvars botten glasstången fästes i ett därvid anbragt kort rör, under det att svafvelsyra betäcker bottnen.

FIG. 44.

Enär motståndet mot ytläckningen måste vara proportioneIt direkt mot längden af stången och omvändt mot hennes diameter, är det för isoleringen fördelaktigt, om stången är smal och att dess sidoyta är försedd med inskärningar såsom om den vore gängad. En sådan anordning begagnas stundom vid ebonitstänger, och elektriciteten har då en längre väg att genomlöpa längs stångens yta, så att motståndet förökas. Rörform bör däremot ej användas. Ytläckning kommer jämväl i fråga vid de hattar af porslin eller andra ämnen, som begagnas för uppbärande af telegraf- eller telefontrådar och stundom äfven till ledningar för elektrisk belysning och kraftöfverföring. Fig. 44 visar en anordning, begagnad för att så mycket som möjligt minska elektricitetsförlusten härvid. Hatten har form af två koppar l, 2 och 3, 4, hvilka, om de äro af porslin, ursprungligen äro formade och brända hvar för sig och sedermera cementerade tillsammans. Tråden är anbragt i en reffla vid öfre delen. Den elektricitet, som ledes därifrån till det hatten uppbärande järnet, måste först gå nedåt ytan l, l, sedan uppåt ytan 2, 2, därefter nedåt ytan 3, 3 och slutligen uppåt ytan 4, 4. Grenom den form figuren visar hos kopparnes kanter, underlättas vattnets bortrinnande.

Annorlunda är förhållandet med ledningskablar, lagda i vatten eller jord. Här uppstår förlust af elektriciteten genom att denna ledes från kopparkärnan genom det isolerande omhöljet vinkelrät mot kabelns längd. Det är endast i undantagsfall ytläckning här förekommer.

59. Uppmätning af isoleringsmotstånd. - Om en ledare eller ledning är fullständigt isolerad, så att icke någon elektricitetsmängd äfven med användande af de känsligaste instrument och mätningsmetoder visar sig bortgå därifrån, kan

dess isoleringsmotstånd anses oändligt stort. Men vanligen är detta icke händelsen, utan det motstånd elektriciteten lider vid ledning genom isoleringsämnet eller genom yttäckning är, ehuru mycket^ stort dock ganska väl mätbart. Vi skola nu blott'anföra några få sätt härför, återkommande längre fram till denna fråga som numera blifvit af stort tekniskt intresse. '

Wheatstones brygga är äfven här tillämplig. Fig. 45 visar schematiskt dess anordning för en kabels undersökning.

En galvanisk stapel 8 med stor elektromotorisk kraft och således med många element, en känslig galvanometer Gr, helst en spegel-galvanometer, samt kabelns K kopparkärna förenas med bryggan samt en jordledning' T på sätt figuren antyder. Vi antaga kabeln nedlagd i jorden eller vattnet samt att dess ändar äro skyddade mot ytläckning. Man afpassar på vanligt sätt motstånden ml9 m^ och mB, så att galvanometer!! visar noll. Då är det obekanta isoleringsmotståndet

x^^L^.

En annan metod består uti att till en början bestämma styrkan J hos en ström, som genomgår en galvanometer, sedan styrkan i0 vid samma potentialskilnad P hos strömmen, när den slutes genom jorden och isoleringsämnet, samt slutligen styrkan i, när i stället ett bekant stort motstånd m införes. Betecknar G galvanometerns motstånd samt x det sökta motståndet, har man

p . _ P -__

; *"" ' l~

Häraf erhålles

O

G -f m

I- i m i ^G

samt efter elimination af G

I-i0 i

x = -=-----r - - - m.

l - ^ 10

Men man kan nästan alltid i de första eqvationerna med tillräcklig noggrannhet försumma G vid sidan af x och m, och då fås ett enklare uttryck

im

Detta närmevärde erhålles jämväl, om man i det förra värdet för x försummar i0 och i vid sidan af I.

Det är nödvändigt vid sådana mätningar att göra försök med elektricitetskällans båda poler och taga medeltal af de så funna resultaten för att eliminera främmande elektromotoriska krafters inflytande.

Vid mätningar af ifrågavarande slag är det ofta nödvändigt att med samma galvanometer göra mätningar af ytterst svaga strömmar och af sådana, hvilka ega jämförelsevis stor styrka. Man kan i så fall bestämma den sistnämnda med tillhjälp' af en shunt med bekant motstånd, hvarigenom en del af strömmen får gå, så att endast en bestämd del af totala strömmen genomgår galvanometern. Beräkningen häraf sker utan svårighet enligt de kirchhoffska lagarne. Vore t. ex. shuntens motstånd l : 99 i jämförelse med galvanometerns, skulle gal-vanometerns utslag angifva l : 100 af totala strömstyrkan.

Vi vilja slutligen såsom exempel å undersökningar af isoleringsmotstånd omnämna ett sätt att pröfva isolatorer sådana som de i fig. 44 af bildats*). Ett hundratal af dem ställas upp och ned vända i ett metalltråg, som innehåller tillräckligt med vatten för att dettas yta skall komma något mer än l cm. under kanten till hattarna, hvilka äfven fyllas med vatten till samma höjd. Alla järnen till hattarna förenas med koppartråd, och man uppmäter efter åtminstone 48 timmars tid motståndet mellan denna tråd och kärlet. Man bör dock kort före mätningen torka kanterna genom att hastigt föra ett rödglödande järn däröfver. Man erhåller sålunda de parallela motstånden vid ledningen genom hattarnas massa och vid ytläckningen öfver kanterna.

6O. Jordledningars motstånd. - Man begagnar ofta inom elektrotekniken s. k. jordledningar för att bringa ena

polen af en elektricitetskälla till potentialen noll eller för att bortleda elektriciteten. Såsom jordledning användes antingen vatten- och gasledningar eller ock plåtar, rör, stänger, trådspiraler etc. nedgräfda i fuktig jord eller anbragta i vattendrag. Vanligtvis uppkommer ett märkbart motstånd vid elektricitetens strömning genom jordledningen och det är af vigt, t. ex. vid

*) Ayrton: Practical Electricity, p. 275.

åskledare, telegrafer och telefoner att öfvertyga sig om att detsamma icke öfverstiger vissa för de olika - apparaterna bestämda gränser. Om en annan jordledning, där icke något märkbart motstånd förekommer, t. ex. en vattenledning, är i närheten, kan man lätt bestämma det sökta motståndet genom de vanliga mätningsmetoderna. Användes differential -gal vanometern lör ändamålet, kan man i stället för det vanliga motståndet M (fig. 35, p. 77) införa jordledningsmotståndet, i det man förenar galvanometern och den ena batteripolen med hvar sin af jordledningarna. Sedan göres försöket med andra batteripolen, och medeltalet tages af båda bestämningarna. - Är icke den ena jordledningens motstånd noll, erhåller man åtminstone summan af bådas motstånd.

En annan af Schwendler och Ayrton härrörande metod är att på 7 till 10 m. afstånd från den jordledning man vill undersöka nedgräfva tre metallskifvor i marken, hvilka vi benämna A, B och C. De tre jordledningarnas motstånd betecknas med x, y och #. Med tillhjälp af Wheatstones brygga och ett kraftigt batteri bestämmes motståndet m1 mellan A och J?, wa mellan J? och G samt ma mellan A och C. Man har nu, eqvationerna

x H- # = w3. Häraf far man efter elimination af y och #

l , tf - ö (mi + m*~m*)'

Man bör omkasta strömriktningen och taga medeltal af försöken.

Det är likväl bäst att vid sådana undersökningar göra bruk af vexelström i stället för likriktad ström, och man kan i stället för galvanometer använda telefon. Vi återkomma härtill.

Ex. Vid en af ingeniör K. Wallin gjord undersökning af åskledaren å Drottningsholms slott, där tre särskilda jordledningar vid hvardera af gårdarna förefinnas, erhölls, när motstånden mellan två och två af dem bestämdes, vid norra gården m1 =62; m2 -104 och m& = 84: ohm. Genom att i ofvanstående formler efter hvarandra eliminera två och två af de obekanta, får man häraf x = 21 ; y - 41 ; z = 63 ohm. Motståndet hos samtliga de tre jordled-

ningarna gemensamt är då l : ("* + 77 "** Z»ö) = 1 1»4 ohm.

61. Vätskors ledningsmotstånd. - Vid strömmens gång genom en kemiskt sammansatt vätska sönderdelas denna

och i följd däraf uppstår en polarisation, d. v. s. en elektromotorisk kraft i motsatt riktning mot den, som förorsakar strömmen. Uppenbart är, att detta måste ega inflytande på det resultat man skulle erhålla, om man medelst de för fasta kroppar vanliga metoderna ville uppmäta vätskors ledningsmotstånd, och man gör därför bruk af särskilda förfaringssätt vid dessas undersökning.

Yid de första försök häröfver, som blifvit gjorda, nämligen af Pouillet, användes elektroder eller polbleck af samma metall, som den i vätskan innehölls. I så fall blifver polarisationen mycket liten. Däremot eliminerade Wheatstone denna genom att med bibehållande af samma tvärskärning hos vätskepelaren förändra dennas längd och taga skilnaden mellan de motstånd, som härvid erhöllos. Men nu mera gör man vanligt visbruk ät KoJilrauschs metod med vexelströmmar, elektrodynamometer eller telefon, hvarom mera längre fram.

Vätskepelaren, som undersökes för bestämning af det specifika ledningsmotståndet, innehålles lämpligast i ett glasrör, hvari elektroderna af platina eller platineradt silfver kunna förskjutas. Då man har likriktad ström kan gasutveckling uppstå, och man får då begagna U-formiga rör samt trådnät eller platta trådspiraler såsom elektroder. Vi anföra några resultat af dessa undersökningar.

Det fullkomligt rena vattnets motstånd är ofantligt stort, och det kan t. o. m. ifrågasättas huruvida det icke helt och hållet saknar ledningsförmåga, enär motståndet visar sig beroende af materialet hos det kärl, hvari vattnets destillation försiggått. Vanligt vatten utöfvar visserligen ett ganska stort, men mycket väl mätbart motstånd. Svafvelsyrehaltigt vatten har sitt minsta motstånd vid 30,4 proc. halt af ren syra, då sp. vigten är 1,224, och är detta motstånd i ohm per kbcm. (jämför p. 84)

s = 15,300 [l - 0,o 16 (t - 18°)],

där t är temperaturen.

För mättad koksaltlösning har man

s = 52,400 [l - 0,022 (t - 18°)],

och för magnesiumsulfatlösning, hvars minsta motstånd är vid 17 proc. sälthalt, då sp. vigten är 1,183,

s.= 230,000[l -0,o2G (t - 18°)].

Man ser af dessa uttryck, att det specifika motståndet hos de vätskor, man vanligen vid elektriska apparater använder, är ofantligt mycket större än metallernas motstånd.

Hvad angår det inflytande temperaturen utöfvar på de sammansatta vätskornas ledningsmotständ, synes af nyss anförda formler, att motståndet blifver mindre vid växande temperatur.

Annorlunda är förhållandet med qvicksilfver, hvilket likasom de fasta metallerna har ett med temperaturen stigande motstånd,, nämligen 0,072 proc. för 1°

Ex. Vi anföra exempelvis en å Tekniska Högskolan företagen uppmätning af vattenledningsvattnets motstånd vid olika temperaturer. Härvid användes vexelström och telefon på sätt fig. 46 schematiskt antyder. Brygga»

FIG. 46.

FJG. 47.

B var den i fig. 34, p. 76 afbildade och den stod i förbindelse dels med telefonen T, dels med kärlet A, som innehöll vattnet jämte två platimibleck, och dels med den sekundära ledningen till en liten induktionsapparat /. Stapeln »S med två element sände strömmen genom apparatens primära ledning,

och vid de ständiga afbrotten inducerades strömmar af vexlande riktning. Vattnet upphettades till en början ända till 100° och fick sedan långsamt afsvalna, hvarunder motståndet tid efter annan bestämdes med telefonen, hvilken var inkopplad på samma sätt som en galvanometer. Man afpassade kontaktpunktens läge, så att ljudet i telefonen upphörde, j då strömstyrkan i den diagonala ledningen till bryggan, där telefonen var införd, är noll. Resultaten af försöken angifvas genom fig. 47, där abcissorna beteckna temperaturen och ordinaterna motståndets

variation. Vid temperatursänkning från 98 till 16° steg motståndet från 85 till 257 ohm. Särskildt undersöktes motståndet hos vattnet i närheten af 4°, temperaturen för största tätheten, men det visade sig, att motståndet ständigt sjönk vid temperaturens stigning från 0° till 100°. - Äfven jämfördes vattenledningsvattnets och det vanliga destillerade vattnets motstånd vid 16°, och befanns det förra vara 257° när det sistnämdas var 2,450 ohm.

62. Uppmätning af elektricitetskullors inre motstånd. - Enär en galvanisk stapel eller hvad annan elektricitetskälla som helst under sin verksamhet utvecklar en elektromotorisk kraft, hvilken därjämte i vissa fall synes föränderlig till följd af polarisationen, får man göra bruk af särskilda metoder för det inre motståndets uppmätning. Vore den elektromotoriska kraften fullkomligt konstant under försöket> skulle bestämningen visserligen vara ganska enkel. Ty om man på något af de förut anförda sätten bestämde strömstyrkan i± och ia vid de yttre motstånden m± och m^ samt E vore den elektromotoriska kraften äfvensom m det sökta motståndet,,

hade man

E

och således

m + '^

_.

'

E

m + mn

Men af anförda skäl är denna metod sällan användbar. Af de flera andra man kan begagna, skola vi inskränka oss att anföra en af Mance härrörande, hvilken schematiskt antydes af fig. 48. I en af sidorna till Wheatstones brygga införes det motstånd my man har att bestämma, samt i de öfriga motstånden m1? "'ma och mB, af hvilka ett eller flera kunna förändras. I ena diagonalen införes en gal vanometer Gr och i den andra en nyckel N, hvarmed ledningen beqvämt kan slutas eller afbrytas. I allmänhet blifver galvanometerns utslag olika, när N är öppen eller icke, men om det bekanta jämvigtsvilkoret

m mz = m1ma

är uppfyldt, blifver samma utslag vare sig man nedtrycker nyckeln eller ej. Den närmare granskningen af teorien för bryggan visar jämväl, att denna relation är gällande, om strömstyrkan i den ena diagonala ledningen icke förändras, när den andra öppnas och slutes, oberoende af de elektromotoriska krafter, som i de särskilda sidorna äro till finnandes. Man har därför äfven här

m ..

FIG. 48.96 ELEKTRICITETENS UPPMÄTNING FÖK TEKNISKA ÄNDAMÅL.

F10. 49.

Den förnämsta fördelen hos denna metod är, att elektromotoriska kraften blott behöfver vara konstant under den korta tid nyckeln är nedtryckt. Vid tillämpningen kan man antingen göra bruk af en reostat eller den kirchhoffska modifikationen af bryggan. Motståndet w.8 bör då helst vara konstant samt jämförelsevis stort och m^ litet. m± och m2 utgöra delar af den rätliniga tråden, längs hvilken kontaktstycket förskjutes.

Ex. Vi anföra, för ntt visa huru ett galvaniskt element pröfvas, en redogörelse för några vid Tekniska Högskolan gjorda försök öfver inre motståndet äfvensom potentialskilnaden och elektromotoriska kraften vid olika temperaturer hos ett Meidingers element. Detta var nedsatt i ett kärl, innehållande smiil-tande snö eller uppvärmdt vatten. Potentialskilnaden uppmättes me-helst torsionsgalvanoineter, det inre motståndet med brygga och Gauguins tangentbussol enligt Mances metod och på sätt fig. 49 schematiskt antyder, där N betecknar nyckeln och G galvauo-

metern. Resultaten af försöken innehållas i följande tabell. Temp. Pot.-sk. Motst. Elektrom. kr.

0° 1,022 volt 5,25 ohm 1,075 volt

15° 1,034 » 5,25 » 1,088 »

33° 1 044 » 4,56 » 1,092 »

57° 1,065 » 2,80 » 1,095 »

Den elektromotoriska kraften är beräknad af potentialskilnaden, det uppmätta motståndet och det yttre motståndet 100 ohm.

63. Kondensatorer för elektricitet. - Vid flera tillfällen, äfven inom tekniken, är det behöfligt att undersöka

laddningskapaciteten. Det är i synnerhet kablar för olika elektriska ledningar, som man i detta hänseende har att pröfva. Men därjämte egna sig de härför begagnade kondensatorerna äfven för flera andra elektriska mätningar, t. ex. för jämförande af staplars elektromotoriska krafter, emedan vid laddning elektricitetsmängder upptagas och vid urladdning afgifvas propor-tionela mot dessa, så att man kan göra undersökningen på samma sätt som lör ögonblickliga strömmar (jämför § 40).

Om vi tänka oss två plana parallela och helt nära hvarandra belägna metallbleck, hvartdera med en yta a och på afståndet d sinsemellan, så utgöra de en kondensator af enklaste

^slag, motsvarande en laddflaska. Sättes det ena blecket i ledande förbindelse med jorden och det andra med en elektri-<ji tetskällas pol, kan detta upptaga en elektricitetsmärigd, som är proportionel direkt mot ytornas storlek och omvändt mot deras afstånd, och laddningskapaciteten C hos en dylik kondensator angifves genom formeln

där n har den vanliga betydelsen och K är den specifika induk-tionsförmågan hos det dielektriska ämne, som finnes mellan blecken. Detta ämne har således stort inflytande på laddnings-kapaciteten. En kondensator säges vara absolut eller fullkomlig, när endast luft utgör isoleringen. Man kan konstruera en sådan kondensator genom att bekläda ett antal väl plana glas-skifvor af 3 mm. tjocklek och 30 cm. sida med stanniolblad på båda ytorna samt lägga dem öfver hvarandra, åtskilda af «må glasblock med 2,5 mm. tjocklek. Skifvorna l, 3, 5 ... äro helt och hållet betäckta med stanniol, 2, 4, 6... lemna en obetäckt kant af 2,5 mm. bredd; de förstnämnda förenas sins emellan och med kondensatorns ena polskruf och på samma sätt de Öfriga med den andra polskrufven. Om a är totala ytan i qvcm. af stanniolbladen hos skifvorna 2, 4, 6 ... samt d glas-folockens tjocklek i cm., blifver laddningskapaciteten

C = n-JT^--.--7 mikrofarad. 9 . 105 - 4nd

Men dylika luftkondensatorer blifva stora och kostsamma, :och därför gör man vanligen för mätningar bruk af kondensatorer, där isoleringsämnet är glimmer eller papper, öfverdraget med paraffin eller gummilacka. Att man under for Öfrigt lika omständigheter med sådana kondensatorer erhåller en förökad laddnings- ~~ kapacitet beror på att K har större värde for sistnämnda ämnen än för luften (se tabellen p. 99). Kondensatorer tillverkas på det sätt, att blad af isoleringsämnet och af stanniol läggas ömsevis öfver hvarandra, hvarjämte hvartannat stanniolblad förenas med polerna. För att lättare kunna verkställa detta och därjämte erhålla säkrare isolering, kan man gifva bladen den form fig. 50 visar. Stanniolbladen äro något mindre, men afskurna blott i ett hörn, och detta lägges ömsevis till höger eller venster, hvarefter de framskjutande hörnen hoplödas. Användes papper, bör detta först noggrant undersökas, att icke hål finnas. Pappersbladen doppas

FIG. 50.

i smält paraffin, som försigtigt upphettas till omkring 110°, så att allt vatten bortskaffas. Eör att göra isoleringen säkrare kan man lägga två pappersblad mellan två stanniolblad. Efter kondensatorns hopsättning anbringas den mellan två varma metallplåtar och pressas för att bortskaffa en del paraffin.

Sådana kondensatorer användas såsom etalonger för att därmed bestämma andras laddningskapacitet. Vanligen har man så anordnadt, att en större eller mindre del kan införas, t. ex. vid en kondensator l, l, l, 2^ mikrofarad, eller tillsammans en kapacitet af 5 mikrofarad. En låda eller dosa. innesluter apparaten, och vid dess lock äro polskrufvar anbragta

64. Laddnlngskapacitetens uppmätning. - Vi antaga, att man har till sitt förfogande en kondensator af bekant kapacitet samt en mycket känslig galvanometer, t. ex. spegel» galvanometern. Eör att bestämma en annan kondensator kapacitet, kan man ladda båda vid samma potentialskilnad, och urladda dem genom galvanometern. Man erhåller härvid ögonblickliga utslag a± och #2. Motsvarande elektricitetsmängder (jämför § 40) äro då proportionel mot sinus för halfva vinkeln. så att kapaciteternas förhållande är

Cf1: (72 = sin 1^1 : sin l«2 eller med tillräcklig noggrannhet för små Vinklar

FIG. si. För undersökning*

af kablars laddnings-

kapacitet begagnar man vanligen en af W. Thomson angifven metod, hvilken schematiskt framställes af fig. 51. Här sker mätningen genom reduktion till nollpunkten. En galvanisk stapel S slutes genom motståndet m1 -f wiz, mellan hvars båda grenar ett kontaktstycke jr som står i ledande förbindelse med jorden,, kan flyttas och därigenom meddela åt punkterna a och & olika och motsatta potentialer. De kondensatorer eller kablar G1 och CT2, som skola med hvarandra jämföras, sättas dels i förbindelse

med jorden, dels, när de skola laddas, genom c och d med a och 6. Afbrytas de sistnämnda förbindelserna, men däremot c och d genom e och f förenas med galvanometern Gr och vidare med jorden, så neutralisera laddningarna hvarandra åtminstone delvis. Om någon rest qvarstår, gifver den sig tillkänna genom galvanometerns utslag. Man flyttar kontaktstycket j och förändrar därigenom motstånden m1 och mz till dess lika stora motsatta laddningar erhållas, så att utslag å galvanometern icke vidare uppkommer. Då ar

G^iC^wvm,.

En kabel verkar som en kondensator pä det sätt, att kopparkärnans yta är den ena och järnbeklädnaden eller vattnet vid ytan den andra beläggningen, motsvarande båda sidorna af en laddflaska. Man kan beräkna en kabels laddningskapacitet på grund häraf. Om nämligen D och d äro de båda diametrarna samt K den specifika induktionsförmågan hos isoleringsämnet, så är laddningskapaciteten per kilometer

jr C = O, o 2 4 - . mikrofarad.

Beträffande värdet å K för telefonkablar, anföra vi följande uppgifter, hänförda till luftens sp. induktionsförmåga såsom enhet :

Petroleum .... K = 1,6

Paraffin 2,0

Bomull, mättad med paraffin i tomrummet (Faradays kabel) 2,0

» » » kokande paraffin (Pattersons kabel) 2,6

Kautschuk 3,7

Guttapercha 4,2

Glas 4,6

Vatten .... ' ' . 6,3.

Ju mindre K är desto fördelaktigare är isoleringsämnet för tekniska ändamål, särskildt för telegrafien och telefonien.

Äfven en enda elektrisk ledning, spänd i luften, eger någon, om ock ringa laddningskapacitet, så mycket större ju närmare den är jorden och ju större trådens radie är. Betecknar h höjden öfver jordytan samt r nämnda radie, så är laddningskapaciteten per kilometer

~ 0,024 ., - j

6= --r mikrofarad.

Logaritmerna äro här de vanliga.

65. Bestämning af självinduktionskoefficienten.

- Yi hafva i § 29 visat betydelsen af denna koefficient, hvars bestämning numera äfven inom elektrotekniken ej sällan förekommer, och vi skola därför äfven här visa några af de metoder, som för den skull användas,

När en ström af föränderlig styrka och riktning genomgår en ledning, kommer dennas motstånd skenbart att förökas och därjämte uppstår en fasskilnad, som i vissa fall kan vara af väsentligt inflytande. Om vi antaga, att det är en vexelström, sådan som vi i § 27 omtalat, hvars strömstyrka uttryckes genom formeln

då icke någon märkbar Själfinduktion är till finnandes, så kommer genom Själfinduktionen strömstyrkan i stället att angifvas genom formeln

där man har

tång 2*V-; A -

Fig 52 antyder, huru Själfinduktionen inverkar på strömstyrkan. Den prickade kurvan OAS visar genom sina ordinater, hur den elektromotoriska kraften och strömstyrkan skulle variera med tiden t, hvilken angifves genom abscissorna, om icke någon Själfinduktion egde rum, hvaremot den full-

*) Dessa formler kunna utan svårighet härledas. Man har nämligen den

dl, elektromotoriska kraft, som beror af Själfinduktionen, = - L - och således

dt enligt ohmska lagen

Ldlt

M

t\

Men man har äfven .Et = Em sin (271 -j , och införes detta värde, får man

Det är genom integration af denna lineära differentialeqvation och efter bortkastande af en term, som kan försummas, ofvanstående värde å Zt erhålles.

dragna kurvan O'A'B' visar samma qvantiteter, n är, sådan induktion uppstår. Stycket 00' är = (f)T är fasskilnaden. Båda kurvornas period är densamma. Förhållandet blifver sådant i afseende å strömstyrkan, som om med oförändrad elektromotorisk kraft, motståndet tillväxt från M till

V HT, 4?I2J

-M*+^ä

M',

där 8 betecknar antalet strömvexlingar i sekunden eller det antal gånger strömstyrkan blir noll under en sekund. Uppmäter man det verkliga motståndet M och det skenbara motståndet M!, erhålles af den sista eqvationen själfinduktionskoefficienten

L =

FIG. 52.

Såsom Brew visat, kan man med fördel göra bruk af Cardews voltmeter för denna bestämning. Man anbringar då voltmetern i derivation till en vexelströmmaskin eller transformator och observerar utslaget J±, inför sedan trådrullen, som skall undersökas, i samma ledning som voltmetern, och erhålles då utslaget da. Det skenbara motståndet hos trådrullen blifver på grund af ohmska lagen

^-IjM",

2

där M" är voltmeterns motstånd. Införes detta värde å skenbara motståndet i nyss gifna uttryck för Ly kan denna koefficient beräknas. Det funna värdet är likväl blott approximativt. Vanligen begagnar man för själfinduktionskoefficientens bestämning en anordning, grundad på Wheatstones brygga.

Fig. 53 visar schematiskt en sådan. Här äro i den ena diagonalen anbragta en galvanometer samt en hörtelefon (eller ock elektrodynamometer), och ledningen kan genom en nyckel föras genom den ena eller den andra af dem. I den andra diagonalen af bryggan finnes dels ett batteri, dels en induktions-apparat, som drifves af ett andra batteri. Afbrotten i den primära ledningen kunna här lämpligen åstadkommas genom en elektromagnetiskt drifven stämgaffel. Medelst en andra nyckel kan man föra den konstanta strömmen från det första batteriet eller vexelströmmen från induktionsapparater sekundära ledning. Till en början eger medelst båda nycklarna kontakt ram vid venster, såsom schemat är uppstäldt, och man bestämmer då på vanligt sätt ledningsmotståndet M hos den med R betecknade ledaren man vill undersöka. Sedermera åstadkommes med båda nycklarna kontakt till höger, och man bestämmer med tillhjelp af hörtelefonen och vexelströmmen det skenbara motståndet -M7, hvarefter L kan beräknas. Man iakttager härvid, att s är lika med stämgaffelns dubbla svängnings tal.

FIG. 53.

En annan af Joubert angifven metod grundar sig jämväl på användandet af vexelströmmar, men med tillhjälp af qvadrant-elektrometern, begagnad på sätt vi i § 46 antydt. Elektricitetskällan, i detta fall en vexelstrÖmmaskin, slutes genom ett motstånd m± utan Självinduktion och det motstånd m, som skall undersökas i detta hänseende. Qvadrant-elektrometern införes successivt vid m1 och m, och man afläser afvikningarna d± och d. Den verksamma strömstyrkan är då, om p± och p beteckna potentialskilnaderna,

Men nu är

Häraf följer

Z = -

*-j-----m\

Mellan Självinduktionen och laddningskapaciteten finnes .ett anmärkning s vardt samband. Inför man en trådspiral i en strömkrets, fördröjes därigenom det permanenta tillståndets inträdande, såsom vi i § 29 antydt. Men om man mellan trådspiralens ändar anbringar en kondensator, kommer det permanenta tillståndet att påskyndas. Det är därför möjligt, genom att kombinera med hvarandra en trådspiral och en kondensator, att utjämna dessas verkningar, så att Självinduktionen förminskas Celler till och med upphäfves.*) Maxwell, Pisani o. a. hafva begagnat sig häraf för självinduktionskoefficientens bestämning.

Ex. Vid ett försök att bestämma självinduktionskoefficienten användes den i fig. 34 afbildade graderade bryggan, Kohlrauschs elektrodynamometer (fig. 13) samt vibrerande stämgaffel med svängningstalet 140, så att strömmen afbröts 280 gånger i sekunden. En järntråd, hvars med konstant ström bestämda motstånd var 0,256 ohm, visade med vexelströmmen 0,368 ohm motstånd. Häraf beräknas L = 0,000301.

66. Ledares motstånd rid vexelströmmars genomgång. - Yi hafva i det föregående antagit, att en ledares motstånd är oberoende af beskaffenheten af den ström, som genomgår densamma. W. Thomson har dock nyligen visat, att så icke är förhållandet med periodiska strömmar, egande ett stort antal strömvexlingar i sekunden. I detta fall kommer nämligen strömmen icke att utbreda sig jämt öfver ledarens hela tvärskärning, utan att företrädesvis hålla sig till ytan, så att dess täthet icke är lika öfver allt. Detta blifver i synnerhet händelsen med ledare af stor tvärskärning, och för sådana skulle t. o. m. ett rör och en stång med lika diameter utöfva nära lika motstånd. Eör de i tekniken vanliga dimensioner å ledningskablar blifver dock denna förökning i möts tand et icke väsentlig, men för ledare af mer än l cm. diameter är den redan märkbar. Vid 5 cm. diameter fördubblas motståndet, om strömmen på en sekund innehåller 80 hela perioder.

*) De båda verkningarna upphäfva hvarandra, när L = Cm12, där C är laddningskapaciteten hos kondensatorn och m spiralens ledningsmotståud.Tredje kapitlet.

Galvaniska staplar. Accumulatorer. Termoelektriska staplar.

67. De äldre staplarna. - Såsom bekant utgöres Voltas stapel af koppar- och zinkskifvor med mellanlag af klädeslappar, fuktade med svafvelsyrehaltigt vatten. Om t. ex. en kopparskifva ligger nederst, kommer därpå en zinkskifva^ så att de båda metallerna, elektroderna eller elektromotorerna, omedelbart beröra hvarandra, därpå en med svafvelsyrehaltigtr vatten fuktad klädeslapp, vidare en koppar- och zinkskifva jämte en fuktad klädeslapp o. s. v. En koppar- och en zinkskifva med tillhörande klädeslapp utgöra ett element i stapeln, och denna innehåller vanligen ett stort antal dylika element, hvilkas yta äfven kan hafva olika storlek. Förenar man de yttersta elementen med en ledare, t. ex. en koppartråd, uppkommer en elektrisk eller galvanisk ström, hvilken under den gjorda förutsättningen af metallskifvornas läge går i ledaren uppifrån nedåt, men därifrån nedifrån uppåt i självfva stapeln. Stapelns positiva pol är i så fall upptill, dess negativa nedtill.

För att förekomma vätskans utpressning genom tyngden af öfverliggande lager, har man anbragt stapeln i liggande ställning eller ordnat den såsom trågbatteri eller bägareapparat,, Wollastons batteri o. s. v. I alla fall ega de äldre staplarna till följd af polarisation, om hvilken vi strax skola tala, ganska kort varaktighet, så framt strömmen har tämligen betydande styrka. De användas därför numera mycket sällan for praktiska behof.

Det är emellertid åtminstone två slag af de äldre galvaniska staplarna, som ännu ega någon praktisk betydelse och som man med fördel kan göra bruk af vid vissa tillfallen. Det ena af dessa är sand- eller jordbatteriet, hvilket begagnats vid nål-telegrafer, elektriska ur och ringverk m. m. dylikt. I sin enklaste form utgöres detta af en zinkskifva och en kopparskifva, nedsatta i fuktig sand eller jord (äfven sågspån), hvilka, förenas med en koppartråd. Lämpligen kan man verkställa, fuktningen med koksaltlösning eller svafvelsyrehaltigt vatten. Yill man erhålla större elektromotorisk kraft, får man göra bruk

67. De äldre staplarna. - Såsom bekant utgöres Voltas stapel af koppar- och zinkskifvor med mellanlag af klädeslappar, fuktade med svafvelsyrehaltigt vatten. Om t. ex. en kopparskifva ligger nederst, kommer därpå en zinkskifva^ så att de båda metallerna, elektroderna eller elektromotorerna, omedelbart beröra hvarandra, därpå en med svafvelsyrehaltigtr vatten fuktad klädeslapp, vidare en koppar- och zinkskifva jämte en fuktad klädeslapp o. s. v. En koppar- och en zinkskifva med tillhörande klädeslapp utgöra ett element i stapeln, och denna innehåller vanligen ett stort antal dylika element, hvilkas yta äfven kan hafva olika storlek. Förenar man de yttersta elementen med en ledare, t. ex. en koppartråd, uppkommer en elektrisk eller galvanisk ström, hvilken under den gjorda förutsättningen af metallskifvornas läge går i ledaren uppifrån nedåt, men därifrån nedifrån uppåt i självfva stapeln. Stapelns positiva pol är i så fall upptill, dess negativa nedtill.

För att förekomma vätskans utpressning genom tyngden af öfverliggande lager, har man anbragt stapeln i liggande ställning eller ordnat den såsom trågbatteri eller bägareapparat,, Wollastons batteri o. s. v. I alla fall ega de äldre staplarna till följd af polarisation, om hvilken vi strax skola tala, ganska kort varaktighet, så framt strömmen har tämligen betydande styrka. De användas därför numera mycket sällan for praktiska behof.

Det är emellertid åtminstone två slag af de äldre galvaniska staplarna, som ännu ega någon praktisk betydelse och som man med fördel kan göra bruk af vid vissa tillfallen. Det ena af dessa är sand- eller jordbatteriet, hvilket begagnats vid nål-telegrafer, elektriska ur och ringverk m. m. dylikt. I sin enklaste form utgöres detta af en zinkskifva och en kopparskifva, nedsatta i fuktig sand eller jord (äfven sågspån), hvilka, förenas med en koppartråd. Lämpligen kan man verkställa, fuktningen med koksaltlösning eller svafvelsyrehaltigt vatten. Yill man erhålla större elektromotorisk kraft, får man göra bruk

FIG. 54.

af flera element, hvilka då likna en Voltas stapel i liggande ställning, men med sand mellan skifvorna i stället för klädes-lapparne. Tid efter annan, vanligen hvar femte eller sjette vecka, får batteriet åter iordningställas. Man har äfven försökt använda för telegrafering mellan två stationer j or d batterier > sammansatta af en kopparskifva vid den ena stationen och en zinkskifva vid den andra, nedgräfda i fuktig jord. Gauss i Göttingen använde ett sådant

jordbatteri, där de båda metall-skifvorna voro på omkring 1,000 m. afstånd från hvarandra. Ännu större var det af Steinheil for telegrafering mellan Miinchen och Nanhofen begagnade jordbatteriet. Afståndet var här 3 mil och hvardera af metallskifvorna hade öfver 10 qvm. yta.

Hares kalorimotor är en annan afart af Voltas stapel (se fig. 54). Ben utgöres af två lika stora plåtar af zink och koppar, lagda parallelt och på något afstånd från hvarandra, åtskilda t. ex. med lister af trä eller kläde och sedermera upplindade i spiral. Om zink-kopparspiralen nedsänkes i ett kärl med syrehaltigt vatten och de båda metallerna förenas med en ledning, uppkommer en galvanisk ström. Apparaten bildar nämligen en Voltas stapel med blott ett element, men hvars yta kan vara mycket stor, utan att apparaten tager synnerligt stort utrymme. Den begagnas förnämligast för att bringa en metalltråd i glödning eller för att framkalla andra värmeverkningar. Pouillet konstruerade en dylik stapel med 12 särskilda element i spiralform, hvardera med 0,5 qv.-meters yta.

68. Den kemiska verksamheten l stapeln. - För

att förstå orsaken till det hastiga aftagandet hos styrkan af strömmen i de äldre staplarna, måste vi taga i närmare betraktande den kemiska verksamhet, som i stapeln försiggår. Zinken angripes af det syrehaltiga vattnet, svafvelsyrad zinkoxid (hvit vitriol, zinksulfat) bildas, hvilken upplöses i vätskan; vätet, som frigöres vid vattnets sönderdelning, afsätter sig på den negativa metallen. Såsom bekant upplöses zinken i den utspädda syran, äfven utan att någon elektrisk verksamhet förefinnes. Detta är en svår olägenhet, hvilken dock kan förminskas genom zinkens amalgamering, på sätt vi något längre fram skola meddela. Det är i fråga om den kemiska verksamheten i stapeln ganska stor skilnad, om den använda zinken är kemiskt ren eller om den är sådan den vanligen i handeln förekommer, d. v. s. förorenad

med järn etc. Man finner nämligen, att den rena zinken endast långsamt upplöses, hvarvid gasblåsorna häfta vid metallen och därigenom hindra denna att lifligt angripas af syran. Däremot upplöses den vanliga zinken hastigt och med riklig gasbildning. De la Eive har genom ett enkelt försök visat orsaken till detta förhållande. Han nedsatte en stång kemiskt ren zink i utspädd svafvelsyra och nedförde därefter i vätskan tillika en platina-tråd, hvilken på ett ställe inom eller utom vätskan bragtes i beröring med zinken. Under det att gasutvecklingen förut försiggick ganska långsamt, blef den nu helt liflig, men den egde icke längre rum vid zinken, utan vid platinan, under det att den förstnämnda metallen tämligen hastigt upplöstes. När beröringen mellan metallerna upphörde, flyttades gasbildningen tillbaka till zinks tången, där den endast långsamt försiggick. Förhållandet blef enahanda, om i stället för platina koppar, järn eller andra metaller användes. De främmande ämnen, som innehålles hos den vanliga zinken, spela samma rol som platinan i nyssnämnda försök gjorde. Detta framgår däraf, att den orena zinken efter att någon tid hafva varit utsatt för inverkan af den utspädda syran får en ojämn yta, visande att vätskan icke upplöst lika mycket af den fasta massan efter hela beröringsytan, hvaremot ren zink lika åverkas öfver allt.

Man får väl märka, att stapelns verksamhet är väsentligen beroende af den kemiska verksamhet, som i stapeln försiggår, så att man icke kan fullkomligt upphäfva denna utan att tillika göra slut på strömmen. Den åverkan zinken lider i Voltas stapel är sålunda ett nödvändigt vilkor för att en ström skall alstras, och man har endast att tillse, att icke mera af zinken användes än hvad som är nödvändigt för att uppnå det afsedda syftet. Huru detta kan ske, skola vi nu lära känna.

69. Amalgamering af zinken. - Vid det stora flertalet galvaniska staplar, huru olika de ock i öfrigt må vara inrättade, gör man bruk af zink. Af det föregående inses, att det skulle vara af stor fördel att härtill använda kemiskt ren zink, ena;* i så fall zinkförbrukningen för samma strömstyrka vore vida mindre än eljest. Kostnaden för den rena zinken är emellertid så stor, att dess användande för detta ändamål sällan kan komma i fråga. Man har emellertid ett enkelt medel att gifva den orena zinken samma egenskaper i ifrågavande hänseende som den rena zinken. Man behöfver nämligen för den skull endast ingnida zinken med qvicksilfver eller med andra ord amalgamera den vid ytan. Nedsänkes på så sätt behandlad zink i utspädd svafvelsyra, angripes den knappt märkbart, och när stapeln är i verksamhet, utvecklas väte endast vid den negativa metallen. Dessutom förökas i

elektromotoriska kraften genom att zinken amalgameras; till och med den rena zinken vinner därpå. Det är emellertid icke vid alla staplar, som det är behöfligt att zinken amalgameras. Så t. ex. vid Daniells bekanta galvaniska element, när man, såsom numera ofta sker, redan från början begagnar zinksulfat-lösning i stället för utspädd svafvelsyra (jämför § 74).

Amalgameringen af zinken till ett batteri kan ske på det sätt, att qvicksilfver och saltsyra hällas i ett kärl, hvari zinkstycket sättes. Medelst en borste kan man då ingnida zink-ytan. Man kan också nedsänka zinken uti en amalgamerings-vätska, som beredes genom att en vigtsdel qvicksilfver upplöses i fem vigtsdelar kungsvatten (en del salpetersyra, tre delar saltsyra), hvartill sedan sättes fem vigtsdelar saltsyra. Zinken blifver hastigt vid ytan amalgamerad genom nedsättning i denna vätska.

7O. Polarisationen i stapeln. - Den hastiga försvagning, som Voltas stapel lider, beror förnämligast på afsättning af väte å kopparen. Vid beröringen mellan dessa båda ämnen uppstår en elektromotorisk kraft i motsatt riktning mot den ursprungliga och sålunda förminskande dennas verkan. Man benämner denna år 1801 af Gautlierot upptäckta företeelse .polarisation. Den visar sig under olika omständigheter på olika sätt, men alltid så, att den positivt elektriska beståndsdelen hos vätskan afsätter sig på den negativa metallen och den negativt elektriska på den positiva metallen. När vätskan utgöres af rent eller syrehaltigt vatten, försiggår utfällningen af vätet på den negativa kopparen och af syre på den positiva zinken, den förstnämnda är i detta fall företrädesvis verksam. Om vätskan åter igen är en saltlösning, utfälles syran på den positiva och basen eller metallen på den negativa metallen; är det själfva metallen som utfälles följer det syre, som därmed varit förenadt, med syran. Att verkligen sådana lager afsätta sig vid metalliska elektroder, mellan hvilka en ström ledes, har man visat genom omedelbara försök. Sålunda fann Matteucci, att när man sönderdelat vattnet genom att leda strömmen mellan två platinableck, nedsatta däruti, och blecken sedermera nedfördes i profrör, innehållande syre och väte, så upptogs vid det bleck, hvilket tjenstgjort som negativ elektrod (katoden) syre och vid det andra (anoden) väte, ådagaläggande därigenom, att det förra varit öfverdraget med väte, det senare med syre. Äfven rena bleck, som nedsänktes det ena i syre, det andra i väte, gåfvo en ström, när de sedermera sattes i en ledande vätska. - Daniell fann äfven, att på den negativa metallen i en stapel afsattes metalliskt zink, härrörande af den bildade zinksulfatens sönderdelning. Denna utfällning kan ske i så108 GALVANISKA STAPLAE.

betydande mängd, att stycken däraf afskiljas. Det är uppenbart, att äfven därigenom föranledes en ström i motsatt riktning mot den ursprungliga och således verkande att upphäfva denna, hvilket ock fullständigt sker, när hela ytan blifvit betäckt med den aflagrade zinken.

Det gifves åtskilliga förhållanden vid den galvaniska stapeln, som finna sin förklaring genom polarisationen. Sålunda kan man vid en af ifrågavarande orsak försvagad stapel åter höja effekten genom att bringa vätskan i rörelse nära den negativa metallen, t. ex. genom att föra en pensel Öfver dennas yta. Det är äfven fördelaktigt att gifva åt denna en större utsträckning än åt zinkens yta, ty de på den negativa metallen afsätta gasblåsorna försvåra tillika elektricitetens öfvergång, i det att de förminska beröringsytan mellan metallen och vätskan; detta förklarar hvarför Wollastons stapel med kopparbleck böjda omkring zinkskifvan gifver jämförelsevis goda resultat. Förminskningen af zinkens yta medför jämväl den fördel, att mindre* däraf upplöses, när stapeln icke är i verksamhet. Om en stapel, som blifvit försvagad till följd af polarisationen, någon tid sätte& ur verksamhet, återtager den småningom sin styrka. Hastigare sker detta, om man genom stapeln från dess positiva till des& negativa pol leder strömmen från en annan stapel; utfällningen eger nämligen då rum i motsatt riktning mot förut, så att t. ex. vätet neutraliseras genom syret. Polarisationen försvagar stapeln hastigare, om denna är sluten med blott ringa ledningsmotstånd, än om slutningskedjans motstånd är stort. Det är därför man inom telegrafien länge kan göra bruk af sandbatteriet; liniens motstånd är mycket stort, hvarjämte strömmen endast tid efter annan är sluten.

71. Depolarisation. - För att kunna länge bibehålla en stark stapels verksamhet, är det nödvändigt att upphäfva eller åtminstone förminska polarisationen i densamma. Denna depolarisation sker genom att man låter vätet, som

afsätter sig å den negativa metallen, upptaga syre, hvilket utvecklas i vätskan. Det är härpå konstruktionen af de s. k. konstanta staplarna väsentligen beror. För att bibehålla strömmen konstant får man nämligen söka att hålla den vätska, som verkar på zinken, vid ständigt samma koncentrationsgrad samt undvika hvarje afsättning på den elektronegativa metallen, och det sistnämnda vilkoret är här det förnämligast bestämmande. Det säkraste sättet för att uppfylla detsamma är att omgifva metallen i fråga med en särskild vätska, skild från den andra genom en porös mellanvägg. De depolariserande ämnena hafva då till uppgift både att genast upplösa den bildade zinkoxiden och att binda det utvecklade vätet så snart det alstras. BecquerélSMEES ELEMENT.

FIG. 55.

4en äldre uppfann år 1829 en sådan stapel och Daniéll konstruerade år 1836 den efter honom benämnda konstanta stapeln, hvilken ännu allmänt begagnas. Sedermera är ett mycket stort antal dylika apparater i en mängd olika former utförda, och vi skola nu redogöra för de i tekniskt hänseende vigtigaste bland dem. Vi börja därvid med de enklare anordningarna för att sedermera öfvergå till de mera invecklade galvaniska staplar, som kommit i allmännare bruk.

78. Smees element. - En enkel och i flera fall ändamålsenlig anordning af den galvaniska stapeln är angifven af .Smee. Elektroderna äro här zink och platina. Eör att underlätta vätgasblåsornas afskiljande från den sistnämnda metallens yta är denna gjord ojämn medelst ett öfverdrag af platinamoor. Blott en vätska användes, nämligen utspädd svafvelsyra, vanligen l vigtsdel syra på 7 delar vatten. Platinablecket nedsattes i ett glaskärl, som innehåller vätskan, mellan två zinkskifvor, hvilka sistnämnda stå i ledande förbindelse med hvarandra och med den negativa polens klämskruf. En annan klämskruf står i förening med platinablecket, och den tillbör den positiva polen (se fig. 55). Zinken bör vara sorgfälligt amalgamerad.

Man har något förändrat Smees element ?Ör att göra det mindre kostsamt. Sålunda kan man i stället för platinablecket göra bruk af ett platineradt silfverbleck eller ett kopparbleck, på hvars yta koppar i kornform galvanoplastiskt blifvit utfäld, sedan försilfrats och slutligen öfverdragas med platinamoor. Walker gör bruk af platineradt kol i stället för den negativa metallen. Tyer har infört en .egendomlig modifikation af Smees element. Han gör nämligen bruk af ett glaskärl, hvars botten är betäckt med ett lager .qvicksilfver, hvari små zinkstycken (zinkaffall) äro kastade. Ett platineradt silfverbleck hänges lodrätt i glaset, utan att likväl beröra qvicksilfret och zinken; dess öfre del är försedd med en infattning af bly, som hvilar på kanten af glaset. Vid midten af blyinfattningen finnes en klämskruf för att fästa ena änden af en med guttaperka öfverdragen koppartråd, hvars andra ände är försedd med en zinkkula, som nedsattes i qvicksilfret till det nästa elementet. Kärlet fylles för öfrigt med syrehal-tigt vatten, innehållande en del svafvelsyra på 20 delar vatten, räknadt efter volym.

Fördelen af Tyers modifikation af Smees element är att man därmed kan tillgodogöra äfven de minsta stycken af zinkaffall. Elementet användes i England ganska mycket, synnerligen för järnbanornas behof, och det har visat sig vara mycket varaktigt, ända till 2 å 3 år, om det väl inneslutes i lådor.

73. Element med en vätska och med kol. - En

ganska ofta använd afart af stapeln är den, vid hvilken i stället för koppar användes kol. År 1849 konstruerades först en sådan stapel af Walker, och sedan dess hafva flera olika former af den framträdt. Vi skola nu till en början endast fasta oss vid dem, där en enda vätska användes, för att något längre fram återkomma till Bunsens stapel och dess modifikationer.

Beträffande det kol man vid dylika staplar använder, kan man göra bruk antingen af s. k. retortkol, hvilket afsattes vid gastillverkning på lerretorternas inre väggar, eller ock af särskildt beredt kol. Skall kolstycket erhålla form af skifva eller massiv kolcylinder, kan man därför begagna retortkol. Enligt ett af Böttger gjordt förslag brukar man ofta indränka kolet med salpetersyra och låter det före användandet stå en half dag i luften; elementet blifver härigenom mera konstant, enär det vid kolet sig afsättande vätet förenas med syre från salpetersyran.

Denna anordning bildar en öfvergång till Bunsens element med två vätskor. - Om man åter igen gör bruk af ihåliga kolcylindrar eller andra former för kolet, som icke gerna kunna utföras med retortkol, får man af kolpulver bereda en för ändamålet lämplig massa. Enligt Bunsens metod t. ex. blanda» en vigtsdel stenkol med två delar kåks, hvilken blandning pul-veriseras så, att den blifver så jämn och fin som möjligt. Sedan pressas densamma i en form af järnbleck och upphettas till rödglödning ända tills all gasutveckling upphört. Kolet doppa& i sirap och glödgas utan lufttillträde, på det att porerna må fyllas med kol, bildadt af sockret; denna operation måste flera gånger upprepas. Ett annat förfaringssätt är att bereda en deg genom blandning af grafit och stenkolstjära, hvilken formas och sedermera torkas genom upphettning. Den omgifves därefter med kolpulver och upphettas under en kort tid till rödglödning, under det att den är innesluten i en järnmantel. Sedan den svalnat, nedsattes det så erhållna kolstycket i en mättad sockerlösning eller sirap, torkas och glödgas ånyo. Denna behandling får flera gånger upprepas.

En kol-zinkstapel med en vätska kan lämpligen bildas af ett zinkstycke, som hänger mellan två kolskifvor eller i midten af en ihålig kolcylinder, anbragt i ett passande kärl af glas eller lera. Såsom vi förut anmärkt (§ 70), bör man åt kolet gifva större yta än åt zinken. Båda dessa fästas vid ett tvär-ELEMENT MED EN VÄTSKA OCH MED KOL.

FIG. 66.

stycke af något föga ledande ämne, såsom trä. Det är förenadt med någon svårighet att åstadkomma en god kontakt mellan kolet och pol tråden, som upptager strömmen. Bäst är att gal-vanoplastiskt utfälla på kolets öfre del ett lager af koppar, vid hvilket sedermera poltråden fastlödes. Äfven fästes ett stycke koppar genom skrufning eller nitning vid kolet för att därvid kunna fastlöda nämnda tråd. Man kan ock för samma ändamål fastgjuta ett stycke zink vid kolets öfre del. Por att för hindra vätskan att uppsugas till öfversta delen af kolet, där den skulle angripa kopparen, kan man indränka denna del af kolet med smält paraffin.

I stället för att använda syre-haltigt vatten till kol-zinkstapeln, kan man göra bruk af koksaltlösning för samma ändamål; det är då icke nödvändigt att amalgamera zinken. I Schweiz gör man vidsträckt bruk af dylika staplar för järnvägarnes behof. Man begagnar äfven ganska ofta kol-zinkstaplar med kromsyrelösning. Denna kan beredas på följande sätt: 500 gram surt kromsyradt kali (kaliumbikromat) lägges i ett glaseradt lerkärl och därtill sättes l liter vatten samt, långsamt och under ständig omröring, l liter koncentrerad svafvelsyra. Sedan

saltet blifvit upplöst, häller man i lösningen ytterligare 4 liter vatten, och alltsammans omröres väl. För att erhålla ännu starkare effekt kan man använda en något annorlunda sammansatt, af Bunsen angifven lösning. En liter af denna erhålles af 92 gram pulveriseradt surt kromsyradt kali, hvilket väl blandas med 93,5 kbcm. koncentrerad svafvelsyra, och till blandningen sättes under ständig omröring 900 gram vatten.

Man har äfven vid flera tillfällen gjort bruk af s. k. alun-element, vid hvilka ingå oamalgamerad zink, kol och en mättad alunlösning. Dessa polariseras visserligen tämligen snart, men depolariseras åter, så snart strömmen afbrytes, hvarför de ganska länge äro användbara, om stapeln icke allt för ofta är i verksamhet.

En särskild klass af de staplar, vid hvilka blott en vätska användes, utgöres af de s. k. doppbatterierna. Dessa utmärka sig därigenom, att zinken och kolet och i synnerhet den förra kunna lätt nedsänkas i vätskan, när stapeln skall bringas i verksamhet och äfven hastigt upplyftas ur henne, när strömmen

skall afbrytas. Härigenom kan stapeln under lång tid bibehållas i brukbart skick, och man behöfver icke för hvarje gång man vill använda densamma åter sätta den i ordning för att efter begagnandet ånyo lösgöra delarne från hvarandra. Man har dylika apparater med ett eller flera element. Mest användt är Grenets element, hvilket i fig. 56 är afbildadt. Man kan vid detta lämpligen begagna den af Bunsen angifna lösningen, som vi nyss omtalat. Elektromotoriska kraften är omkring 1,9 volt. I samband härmed vilja vi anföra, att Hospitalier genom försök med doppbatterier af 6 zinkkol-element samt med en vätska af 8 kg. vatten, 1,2 kg. kaliumbikromat och 3,6 kg.

svafvelsyra funnit, att två sådana batterier med en vigt, som icke öfverstiger 67 kg., representera en disponibel elektrisk energi af en hästkraft-timme eller 270,000 kilogrammeter samt härvid konsumera 1,463 kg. zink, 2,4 kg. bikromat och 7,2 kg. svafvelsyra.

74. Daniells element. - Ehuru ett af de äldsta galvaniska element, är detta ännu mycket användt och är äfven *ett af de fullkomligaste. I sin vanligaste form utgöres det af ett glaskärl, innehållande en ihålig zinkcylinder, däruti ett cylindriskt kärl af porös lera och i detta ett i cylinderform böjdt kopparbleck. Zinken är omgifven med utspädd svafvelsyra, som upptager en del af det yttre kärlet, nämligen utanför lercylindern; denna åter är till större delen fyld med lösning af kopparvitriol (kopparsulfat), hvilken omgifver kopparen. Skilnaden mellan en sådan stapel och Voltas är således väsentligen den, att vid den förra två skilda vätskor i stället för en enda begagnas. Daniells stapel verkar på det sätt, att det vid zinkens upplösning utvecklade vätet förenas med det syre, som vid kopparvitriolens sönderdelning frigöres. På samma gång utfälles en med zinken eqvivalent mängd koppar, hvilken afsätter sig på kopparen i elementet. Men denna utfällning föranleder icke någon polarisation, ty den förändrar icke den kemiska beskaffenheten hos den negativa metallen eller hos de med denna i beröring varande kroppar. Dock bör lösningen bibehållas nära mättad genom tillsats af kristaller af kopparvitriol. Genom zinkens upplösning bildas zinksulfat, men någon synnerlig förändring af den elektromotoriska kraften foranledes icke häraf, enär genom kopparvitriolens sönderdelning ny syra frigöres. Man brukar ofta använda endast rent vatten i stället för svafvelsyrehaltigt. I så fall är visserligen till en början verkan ganska svag» men i den mån kopparvitriollösningen sönderdelas och svafvelsyran därigenom erhålles, förstärkes den allt mer. Man kan tör öfrigt på ett enkelt sätt påskynda svafvelsyrebildningen genom att under en eller ett par timmar sluta stapeln med blott ringa motstånd i ledningen.

Daniells stapel bibehåller sig ganska länge nära oförändrad till sin elektromotoriska kraft. Denna vexlar dock något med temperaturen samt med syrehalten och mättningsgraden hos de båda vätskorna. Sålunda stiger den i förhållande af 1: l,o 15, om temperaturen höjes från 18° till 100°. Utspädes svafvelsyran först med sin fyrdubbla och sedan med sin tolfdubbla vigt vatten, försvagas styrkan i förhållande af 1: 0,906. Är kopparvitriollösningen mättad eller utspädd med ända till femtio gånger sin volym vatten, vexlar den elektromotoriska kraften i förhållande af 1: 0,983. Icke heller blifver det synnerligt stor skilnad i elektromotorisk kraft, om i stället för svafvelsyra användes zinksulfat; den förändras nämligen i förhållande af l: 0,978, och detta vexlar föga genom att zinksulfatlösningen mycket utspädes med vatten. Likaså har man funnit, att det porösa kärlet icke utöfvar något inflytande i fråga om den elektromotoriska kraften.

Heynier har bestämt den elektromotoriska kraften hos några af de många former, i hvilka denna stapel förekommer. Sålunda har han kring kopparen användt såväl mättad kopparsulfatlös-ning som ock sådan lösning med ^ volymdel svafvelsyra samt kring zinken zinksulfatlösning med hälften så stor vigt salt som vattnets vigt; zinksulfatlösning med ^ volymdel svafvelsyra, koksaltlösning med J så stor vigt salt som vattnets vigt; koksaltlösning med -^ volymdel svafvelsyra äfvensom vatten med -fa volymdel svafvelsyra. Såväl amalgamerad som oamal-gamerad zink undersöktes. Den förra visar sig mindre föränderlig än den oainalgamerade zinken och bör därför alltid användas vid element, afsedda för jämförelser mellan elektromotoriska krafter. För dylika element är den lämpligaste kombinationen af vätskor mättad kopparsulfatlösning och zinksulfatlösning.

Följande tabell angifver resultaten:

1 Vätskan kring kopparen. Vätskan kring zinken. Elektromotorisk kraft. ^malg, zink. Icke amalg. zink.

\ Lösning af Lösning af

kopparsulfat, mättad . . zinksulfat........ 1,079 volt. 1,068 volt. j

» » . . » med syra . . 1,105 » 1,06 »

; » med syra » .... 1,103 » 1,025 »

» » » » med syra . . 1,066 » 1,03 »

l » - mättad. . koksalt......... 1,145 » 1,14 » |

f » med syra » .... 1,115 » 1,09 »

! » » » » med syra ... 1,125 » 1,09 »

: » mättad. . svafvelsyrehaltigt vatten 1,134 » 1,05 »

[» med syra » » 1,119 » j 1,027 »

Af dessa försök synes framgå att äfven vid Daniells stapel zinkens amalgamering är fördelaktig, hvilket förut blifvit bestridt.

Men fastän således den elektromotoriska kraften är nära nog konstant/kan strömstyrkan äfven vid konstant yttre motstånd väsentligt variera, enär ledningsförmågan hos vätskorna i stapeln är underkastad förändringar. Det gifves flera omständigheter, som i detta fall utöfva inflytande. Så göra lösningarnas koncentrationsgrad och% beskaffenhat i öfrigt. Om zink-sulfatlösningen till en början är endast svag, är motståndet stort, men förminskas intill en viss gräns i den mån mera zink upplöses af vätskan. Antag, att ledningsförmågan hos mättad zinksulfatlösning är 5,77; utspädes den med en lika volym vatten blifver den 7,13, men sjunker åter till 6,43, om den utspädes med den tredubbla vattenvolymen. Den mättade koppar-vi triollösningens ledningsförmåga är 5,42; utspädes den med en lika volym vatten, sjunker den till 3,47 och till 2,o 8, om den tredubbla vattenvolymen tillsättes. Beträffande temperaturens inflytande, har Becquerel funnit, att för koppar- och zinksulfatlösningar ledningsförmågan växer, när temperaturen höjes. En temperaturskilnad af 20° å 30° är tillräcklig för att fördubbla ledningsförmågan; vid 100° kan den vara ända till fyra gånger så stor som vid 0° (jämför § 61).

Aflagringen af koppar vid den negativa metallen sker äfven vid den inre ytan af det porösa lerkärlet och den kan äfven sträcka sig till porerna af detta. Efter någon tid får därför lerkärlen utbytas mot andra. Till en början visar sig visserligen en förökning af strömstyrkan, men denna försvagas åter i den mån porerna tilltäppas.

Om kopparvitriollösningen icke är fullständigt mättad, eger en mindre zinkförbrukning rum. Den elektromotoriska kraften förminskas därigenom icke märkbart, och motståndet växer icke mycket, så att det kan vara af fördel att begagna icke fullständigt mättade lösningar af saltet.

Sedan zinksulfaflösningen blifvit mättad, afsätta sig kristaller af zinksulfat i stapeln, och dessa böra aflägsnas därur. För att, hindra nämnda lösning att genom kapillariteten uppstiga till de öfre delarne af kärlet kan man öfverdraga detta upptill med något fett ämne såsom talg. Det porösa kärlets öfre del kan lämpligen glaseras eller öfverdragas med paraffin för att lätta kristallernas borttagande därifrån.

Man använder äfven ofta Daniells element, där zinken är i det inre porösa lerkärlet och kopparen ytterst; man kan då låta kopparen utgöra det yttre kärlet. Detta åstadkommer visserligen, att kopparens yta kan blifva större, hvilket, såsom vi förut anfört, skulle vara en fördel.

75. Modifikationer af Daniells element. - TJtom den anordning af Daniells element, som vi nu beskrifvit och hvilken är den vanligast begagnade, gifves det ett stort antal afarter af samma apparat. Vi skola anföra några af dem, som mest förtjena uppmärksamhet.

Muirheads stapel, hvilken i England ganska mycket blifvit använd för telegrafernas behof, innehåller ett antal koppar-zinkelement, anbragta i en aflång träkista. Det yttre kärlet till elementen är af hvitt porslin samt af rektangulär form; d5t inre kärlet är af röd lera. För besparings skull har man emellertid gjort elementen dubbla, så att i ett porslinskärl finnes två element, skilda åt genom en mellanvägg. Lerkärlet innehåller kopparen och kopparvitriollösningen; i det yttre kärlet är zinken, omgifven med mycket utspädd lösning af zinksulfat. De båda metallerna användas här i form af skifvor.

Carrés element skiljer sig från den vanliga konstruktionen af Daniells nästan endast däruti, ätt lercylindern är ersatt med en cell af pergamentpapper. Afsigten härmed är att så vidt möjligt förminska motståndet i stapeln. En dylik stapel af 60 element har blifvit af Jamin använd för försök med elektriskt ljus, och den lämpar sig ganska väl härför, enär den under loppet af flera dygn kan lämna en nästan fullkomligt konstant ström.

William Thomsons modifierade Daniells stapel är af mycket egendomlig form. Ett element bildas här af ett fyrkantigt trätråg P (se fig. 57), hvars inre bottenyta är beklädd med bly och hvarpå lägges en kopparplåt C,

på hvilken åter medelst fyra klotsar h vilar ett si ägs rost Z af zink. Rosten är gjuten med uppstående hörnpelare, hvilka tjena till underlag för nästa element, så att på detta sätt 8 till 10 element kunna ställas på hvarandra. Zinkrosten omgifves nedtill och vid de fyra sidorna med pergamentpapper, hvarigenom bildas en porös cell, i hvilken man häller rent vatten eller lösning af zinksulfat. I träget hälles en lösning af kopparvitriol. Det bör dock anmärkas, att det icke är

FIG. 57.

ovilkorligen nödvändigt att göra bruk af pergamentspapperet, utan man kan först hälla den sistnämnda lösningen i kärlet halfvägs till rosten och därofvanpå en utspädd lösning af zinksulfat. För att åstadkomma förening mellan de särskilda elementen, lår kopparblecket skjuta öfver kanten af träget och omböjas vid hörnen af detta, så att det kommer att omedelbart hvila på zinken i elementet närmast under. Denna stapel utmärker sig genom ringa ledningsmotstånd och den tager föga utrymme i anspråk. Ben har i synnerhet funnit användande såsom lokalbatteri för underhafstelegrafer.

Minottos element, som i Italien och engelska Ostindien mycket användes, utgöres af ett cylindriskt kärl, på hvars botten hvilar en kopparskifva eller en horisontal spiral af koppartråd ; på denna lägges ett lager af kopparvitriol-kristaller, sedan ett tämligen tjockt lager af sand eller sågspån och slutligen en tjock skifva eller ring af zink, betäckt med vatten. Koppartråden, som leder från kopparskifvan uppåt, beklädes med guttaperka. Man kan lämpligen anbringa mellan kopparvitriolen och sanden ett stycke linne eller sugpapper. Detta element håller sig i verksamhet under 11 till 2-J- års tid.

En intressant tillämpning af Minottos element gjordes af S. A. Andree vid svenska Spetsbergsexpeditionen år 1883. För anemometerns registreringsverk begagnades ett på stallet förfärdigadt batteri af sådana element, där likväl i stället för sand användes tegelmjöl, och linnet mellan detta och kopparvitriolen var fäst vid en träring, som tryckte kanten af linnet tätt mot glaset, så att icke någon direkt kommunikation egde rum mellan vattnet och kopparvitriollösningen. Det visade sig fördelaktigt, att zinkskifvans kant var l å 2 cm. från glaset samt att alla lager voro jämntjocka och i synnerhet att zinkskifvan icke fick skära sig ned i det underliggande lagret.

Trouvés element bildas äfven af ett cylindriskt kärl med en kopparskifva nedtill och en zinkskifva upptill, men mellan dessa båda metaller är anbragt ett stort antal skifvor af sugpapper, indränkta de undre med mättad lösning af kopparvitriol, de öfre med lösning af zinksulfat. Metallskifvorna och papperet äro hopfästa medelst en i midten från kopparskifvan uppstigande koppartråd, som är isolerad från zinken och hvilken upptill är föst vid ett lock af skiffer eller vulkaniserad kautschuk, hvarmed kärlet slutligen betäckes. Denna koppartråd utgör stapelns positiva pol tråd; den negativa bildas af en koppartråd, som är fastlÖdd vid zinken och genomgår locket. Elementet utmärker sig genom synnerlig jämnhet och lätthet att transportera, hvarför det ock vunnit användande för fälttelegrafien och vid flera andra tillfällen, då dessa egenskaper tagas i anspråk.

Callauds element, hvilket i Frankrike och åtskilliga andra länder begagnas vid telegrafering och dylika ändamål, utgöres af ett cylindriskt kärl, i hvilket nära bottnen Upphänges en tjock ring eller spiral af zink samt högre upp ett i cylinderform böjdt kopparbleck, hvarjämte de båda vätskorna, vatten eller svag zinksulfatlösning samt kopparvitriollosning, lagrade öfver hvarandra, omgifva metallerna, utan att vara skiljda åt genom en porös mellanvägg. Den sistnämnda lösningen måste i anseende till sin större specifika vigt upptaga den nedre delen af kärlet, men till följe af diffusionen eger en långsam blandning rum. Detta element utmärker sig genom föga

motstånd och ringa underhållskostnad, men det måste bibehållas i fullkomlig hvila, på det att icke vätskorna må för fort blandas med hvarandra.

Reyniers element, hvilket vid elektricitetsutställningen i Paris år 1881 för första gången i stor skala användes för drifvande af åtskilliga apparater, utgör äfven en modifierad Daniells stapel. Här begagnas ett poröst kärl, men af pergamentpapper och med rektangulär bas, hvilket innehåller en lösning af kaustik soda jämte en i U-form böjd zinkplåt. Det yttre kärlet, som är af glas, har äfven rektangulär bas. Det innehåller kopparvitriollosning och ett äfven i U-form böjdt kopparbleck, omslutande pergamentkärlet, Zinken behöfver ej vara amalgamerad, motståndet är ringa och elementet ganska konstant. Elementet regenereras genom att föra en ström i motsatt riktning genom detsamma.

76. Meidingers element, - Vid vissa modifikationer af Daniells element gör man bruk af en glasballong för att däruti innesluta den ena vätskan och för öfrigt betäcka det kärl, hvaruti den andra vätskan innehålles, så att afdunstningen på detta sätt förekommes, hvarjämte en stor del af den vätska, som till följe af stapelns fortsatta verksamket mest ar underkastad förändring, i ballongen förvaras. Elementet kan därigenom under lång tid bibehålla sig med nära oförändrad styrka. Mest användt af dylika ballongelement är Meidingers, hvars anordning af fig. 58 antydes. Det yttre kärlet aaf har två cylindriska öfver hvarandra stående men sammanhängande afdelningar, hvilka äro förenade medelst en ringformig horisontal kant. Af denna uppbäres zinkcylindern £. Kopparblecket -~ Jc innehålles i ett litet glaskärl b, som

FIG. 58,

står i den undre glaseylindern af. Glasballongen g ar försedd med trattformig förlängning samt hvilar med en kant på öfre kanten af glaseylindern a. Den undre glascylindern äfvensom kärlet b innehåller en svag lösning af engelskt salt i vatten;

glasballongen fylles däremot med kopparvitriol och vatten. Genom en öppning i ballongens förlängda nedre del, hvilken förses med en genomborrad kork och däruti insatt fint glasrör, nedrinner småningom kopparvitriollösningen, så att den kommer att omgifva kopparen. Isolerade ledningstrådar föra strömmen från de båda metallerna. Detta element kan under ett års tid och ännu längre bibehålla sig konstant. Det bör dock ej utsättas för skakning, utan bör dess läge vara orubbadt. Dess motstånd är mycket stort, flera gånger större än vid Daniells element (jämiör exemplet i § 62), och det bör därför icke gerna användas vid andra tillfällen, än när motståndet i slutningskedjan är så betydligt, att stapelns eget motstånd icke allt för mycket inverkar på den alstrade strömmens styrka. Helt olika är ett nyare af Meidinger konstrueradt element, .hvilket är afbildadt i fig. 59. Detta, som användes vid flera järnvägar i Sverige, är varaktigare och billigare än den äldre konstruktionen. I stället för kopparbleck begagnas här en bly-skifva A, som under användandet öfverdrages med ett utfäldt lager af koppar. Zinkringen B omgifves med en mättad lösning af engelskt salt, hvilken lagrar sig ofvanpå den vid bottnen af glaskärlet varande kopparsulfatlösningen.

77. Grrores element. - Den engelske fysikern Grove uppfann år 1839 ett galvaniskt element, hvilket utmärker sig såväl genom varaktighet som en synnerligen kraftig verkan. Depolarisationen verkställes där genom användande af salpetersyra, som omgifver den negativa metallen. Såsom sådan gör Grove bruk af platina. Anordningen af elementet kan för öfrigt vara olika. Sådant det i England oftast begagnats, utgöres det af ett fyrkantigt porslinskärl, hvari nedstår en U-formig zinkskifva, mellan hvars båda delar en porös lercell är anbragt,

FIG. 59.

FIG. 60.

innehållande ett platinableck. I lercellen finnes rykande salpetersyra. Platinablecket i det ena elementet är genom en klämskruf fäst vid zinken i nästa element. Poggendorff har gifvit en annan form åt det Groveska elementet,

hvilken numera är den vanligast använda (se fig. 60). Det yttre kärlet, som är af glas, äfvensom lerkärlet äro cylindriska, och zinken är formad på motsvarande sätt. Platinablecket är däremot böjdt i S-for m för att erhålla en stor yta. Det kan lämpligen med tillhjelp af svafvel fastgjutas vid ett lock af porslin, hvarmed lerkärlet tillslutes. En del af platinablecket genomgår locket och förenas med en kopparremsa för strömmens ledning. Det väsentligaste af den kemiska verksamhet, som i denna stapel försiggår, är lätt att omedelbart inse. Väte utvecklas vid zinkens upplösning, men på samma gång sönderdelas salpetersyran, hvarvid qväfoxid utvecklas, under det att syre förenar sig med vätet. Qväfoxid syrsätter sig i beröring med luftens syre. Men denna kemiska verksamhet är ingalunda den enda, som i Groves element försiggår; man har anledning antaga, att jämväl andra qväfve-syreföreningar äfvensom ammoniak därstädes bildas.

Groves element har stor elektromotorisk kraft, nämligen 1,95 volt eller nära dubbelt så stor som hos Daniells element, och dess inre motstånd är blott omkring hälften af dettas. Men det är kostsamt och de utvecklade ångorna oangenäma samt till och med skadliga. Dess varaktighet är äfven mindre än nyssnämnda elements. Groves stapel i sin ursprungliga form har därför icke vunnit allmännare användande, men däremot de modifikationer af densamma, som af Bunsen och andra blifvit införda.

78. Bunsens element. - En väsentlig förändring undergick det i näst föregående paragraf omnämnda elementet genom att Bunsen år 1841 lyckades ersätta platinan med kol. Redan Grove hade anstalt försök i denna riktning, men det

var förat Bunsen, som lyckades att öfvervinna de därmed förenade svårigheterna. Sedan dess har detta element vunnit en

vidsträckt tillämpning1. I olika länder har det erhållit något olika anordningar.

Sådant Bunsens element i Frankrike vanligast användes (se fig. 61), består det yttre kärlet af stengods, som innehåller ett 4 mm. tjockt i cylinderform böjdt zinkbleck, innanför h vilket en porös

lercylinder står och i denna ett kolstycke med rektangulär tvärskärning. Zinkcylin-dern bor vara väl amalgamerad. Dess höjd bör vara så pass stor, att den något uppstiger öfver kärlets kant, hvarigenom man kan fast-skrufva en klämmare därvid med en kopparremsa för ledningen. Denna omfattar med en andra klämmare nästa elements kolstycke. Zinken omgifves med en blandning af 8 till 12 vigtsdelar svafvelsyra på 100 delar vatten. Kolet, hvars beredning vi redan förut (§ 73) omtalat, omgifves med antingen salpetersyra eller en blandning af salpeter-

_____ syra och svafvelsyra.

Sålunda har man gjort

FIG. 62.

FIG. 61.

bruk af två delar salpetersyra med sp. vigt 1,36 och 5 delar svafvelsyra med sp. vigt 1,45. För besparings skull kan man taga ännu mera svafvelsyra i stället för salpetersyra, t. ex. en blandning af koncentrerad svafvelsyra och -J^ till ^ salpetersyra.

I Tyskland har man begagnat flera olika anordningar för Bunsens element. Fig. 62 visar detta såsom det af Stöhrer konstruerats. I ett glaskärl är den ihåliga kolcylindern nedsatt, däruti står lercylindern och i denna zinken, hvars genomskärning är korsformig. Kring kolcylinderns öfre del är lagd en grof metallring, hvilken är starkt fernissad på de ställen, där den ligger intill kolet, så att den icke bidrager till strömmens ledning. Den är vid a försedd med fyrkantig utböjning, som upptager änden af ledningstråden till nästa element. Y id zinkstycket är en sådan ledningstråd af koppar anbragt. Den slutar med en liten skifva p, äfven af koppar, hvilken tryckes mot

kolcylindern medelst en skruf r. Det är vid beröringsstället mellan skifvan p och kolet, som strömmen öfverföres från detta.

Bunsens element har nära nog lika stor elektromotorisk kraft som Groves, nämligen 1,9 volt, men dess inre motstånd är vanligen något större än dettas, ehuru mindre än vid Daniells stapel. Det är mindre kostsamt än Groves element, men har för öfrigt samma olägenheter. Emellertid gör man ännu någon gång bruk däraf, då man vill frambringa en stark galvanisk ström. Innan man lärt sig att åstadkomma starka elektriska strömmar genom maskiner, begagnade man Bunsens stapel för att erhålla elektriskt ljus. Sålunda alstrades förr den elektriska solen vid operan i Paris af 60 dylika element.

TO. Modifikationer af Bunsens element. - De

olägenheter, som åtfölja användandet af Bunsens stapel och hvilka i synnerhet härröra af salpetersyran, hafva föranledt flera modifikationer af densamma. Poggendorff äfvensom Bunsen själf har infört en sådan genom att ersätta salpetersyran med en kromsyrelösning. Denna vätska bildades af 12 vigtsdelar surt kromsyradt kali (kaliumbikromat), 25 delar svafvel-syrehydrat samt 100 till 150 delar vatten. En annan ännu verksammare lösning har Bunsen senare angifvit; vi hafva redan i § 73 omtalat densamma i fråga om staplar med blott en vätska. Man kan nämligen, enär den nyssnämnda vätskan icke angriper zinken mera än hvad svafvelsyran gör det, borttaga lercellen och göra bruk af en enda vätska eller rättare sagdt en blandning af tvenne sådana.

I de flesta fall begagnar man sig i praktiken af kaliumbikromat i stället för salpetersyra kring kolet i Bunsens stapel. En fransk ingeniör, Delval, har anstalt jämförande försök mellan122

den ursprungliga och den förändrade formen, sådan den inom galvanoplastiken begagnas. Vid försöken sönderdelades koppar-sulfatlösning mellan anod och katod af koppar, ena gången med ett Bunsens element och den andra med ett lika stort bikromatelement. Det förra fick verka tre, det senare fyra dygn, d. v. s. till nästan fullkomlig uttömning. Härvid bestämdes vigten af den upplösta zinken samt anodens och katodens vigtförändring per dygn. Bland resultaten anföra vi:

Upplöst zink. Anodens förlust. Katodens vins t. Strömstyr ka

gram. gram. gram. ampere.

Bunsens element:

vid början - - - 1,25

efter 21 timmar 64 29,8 29,95 1,25

» 69 8 15,35 15,08 nära noll.

Bikromatelement:

vid början - - - 1,25

efter 44 timmar 24 17,14 17,20 0,4 å 1

» 92 » 22 » 13,67 nära noll.

FIG. 63. Det visade sig, att Bunsens ele-

ment kontinuerligt och regelbundet aftog i styrka, hvaremot bikromatele-mentet hastigt och ojämnt försvagades samt därjämte lämnade ett dagligt maximum och minimum, härrörande af den dagliga tillsättningen af utspädd svafvelsyra. Om man vid Bunsens stapel, i stället för att hvar tredje dag omsätta alla elementen, gjorde detta till en tredjedel för hvarje dag, skulle man kunna erhålla en tämligen konstant ström. Därjämte har det visat sig, att denna stapel är mindre kostsam än bikromatstapeln. Den sistnämnda stapelns enda fördel skulle således vara, att den är befriad från de skadliga gaser, som alstras vid den äldre stapeln af Bunsens system.

För de svenska telegraferna har begagnats galvaniska element efterBun-sens system men modifieradt på följande sätt: I det yttre kärlet, som är af glas, står kolcylindern, omgifven med vatten, innehållande en tillsats af -^ till ^ af sin volym svafvelsyra, hvartill stundom sättes en ringa mängd surt kromsyradt kali. Kolcylindern omgifver lercellen, i hvilken ett zink-

FIG. 64.

stycke med korsformig tvärskärning är anbragt. Zinken omgifves med antingen blott vatten eller vatten och något litet svafvelsyra eller vatten jämte chilesalpeter (salpetersyradt natron). Kolet är omgifvet med en kopparring, och vid zinken är en koppartråd fastgjuten.*)

Byråchefen Nyström har modifierat Bunsens element och gifvit det en form, som användes å Stockholms och några andra större telegrafstationer i landet. Fig. 63 visar denna anordning. Glaskärlet, som är täckt med ett trälock, innehåller innerst en zinkcylinder A med en därvid fastgjuten koppartråd, hvilken i en propp genomgår locket. Kring zinken finnes utspädd svafvelsyra, som innehålles i en lercell S. Denna står på bottnen af kolcylindern (7, hvilken upptill är försedd med en kopparring D och därvid fästa två kopparbleck, som med kilar af trä uppbäras af locket på sätt af figuren antydes. Kolcylindern är genomborrad med flera hål, så att vätskan, hvilken är kaliumbikromatlös-ning jämte svafvelsyra, kan från glaskärlet inkomma i kolcylinderns inre. Denna cylinders botten är på ett tämligen stort afstånd från glaskärlets botten, hvilket är fördelaktigt.

Duns kalielement kan anses som en modifikation af Bunsens. Eig. 64 visar dess utseende, sådant det vid 1888 års utställning i Köpenhamn användes af "Camillus Nyrops etablissement" till medicinska apparater. Elementet innehåller i ett glaskärl en ihålig kolcylinder med botten. Utomkring denna är zinkringen upphängd på tre krokar och isolerad från kolet genom två gummiringar. Det inre af kolcylindern är till två tredjedelar af höjden fyldt med små kolstycken och därofvanpå för depolarisationen ^ cm. tjockt lager af öfvermangansyradt kali. Den för elementets fyllning använda kaliluten erhålles genom upplösning af kaustiskt kali i vatten (l kg. kali per 2 liter). Luten hälles försigtigt både innanför och utom kolcylindern i kärlet till 2 cm. från kanten. Elementet uppgifves lemna 1,8 volt elektromotorisk kraft och utöfva icke fullt l ohm motstånd.

8O» Leclanchés element. - Detta är numera det allmännast begagnade. Vi skola först omnämna dess äldre anord-

*) Om de inom svenska telegrafverket använda batteriers konstruktion och skötsel se C. A. Nyströms Lärobok i Telegrafi, 2:a uppl., p. 41 och följande.

ning. Ett fyrkantigt glaskärl innesluter elementet. Denna form är väld, på det att en stapel med flera sådana element skall intaga ett mindre utrymme, än om kärlen vore runda. Yid öfre delen är glaskärlet försedt med en cylindrisk hals, jämt och nätt tillräcklig för att därigenom införa lercellen. Halsen är på ett ställe utvidgad på det att den positiva metallen, som här utgöres af en l cm. tjock amalgamerad zinkstång, må därigenom kunna införas. I det porösa lerkärlet står en kolskifva med ett därvid fastgjutet blyhufvud. Detta är försedt med en mässingsskruf för upptagande af ledningstråden till nästa element. För samma ändamål är en galvaniserad järntråd fast-lödd i en fördjupning, utborrad i zinkstångens öfre del. Det yttre kärlet är till något mer än hälften fyldt med en mättad lösning af salmiak. Lerkärlet innehåller åter en blandning af lika delar brunsten och retortkol, båda i form af korn, som icke böra vara mycket små. Däröfver finnes en betäckning af vax eller beck med ett litet hål tör att utsläppa luften i den mån vätska intränger i lerkärlet.

Fördelarne hos detta element äro: föga kostnad, är elementet icke i verksamhet förbrukas icke någon del däraf märkbart och det försämras icke under hvilan. A telegrafstationer har också Leclanchés element haft en varaktighet af tre års tid och till och med därutöfver. Men det lämpar sig blott för de fall, när större motstånd äro att öfvervinna, i synnerhet när strömmen icke fort varande behöfver vara sluten. Yid kortslutning sjunker den

ursprungliga strömstyrkan hastigt.

Den elektromotoriska kraften hos Leclanchés element är till en början större än hos Daniells, nämligen 1,48 volt, men efter någon tid blifver den svagare och håller sig då konstant. Efter det att elementet fått något hvila, återtager det sin ursprungliga elektromotoriska kraft.

Detta element är på flera olika sätt modifieradt. Enär i själfva verket endast en vätska användes i Leclanchés element, är det porösa kärlet icke nödvändigt, och det medför den olägenhet att ledningsmotståndet därigenom förökas. Le-clanché har därför försökt en förändrad anordning, i det han borttagit lercellen, men omgifvit kolskifvan med en pressad blandning af brunsten och kol, hvarigenom ledningsmotståndet förminskas. Detta är utfördt på olika sätt. Efter en anordning pressas en blandning af 40 delar brunsten, 52 delar kol, 5 delar gummilacka och 3 delar surt svafvelsyrad t kali medelst en hydraulisk press omkring en kolstång under ett tryck af 300 atmosferer och 100° temperatur. Ett nyare sätt är att anbringa två skifvor (plaques agglomérées), bildade såsom nyss nämndt är, å hvar sin sida af en kolskifva. Zinkstången skiljes.

därifrån genom ett trästycke för att hindra beröring med kolet, och det hela sammanhålles genom två kautschukringar. Den sistnämnda anordningen medför den fördel, att man kan ersätta de pressade skifvorna med andra, när så erfordras, utan att kolskifvan därvid går förlorad, Eig. 65 visar det så modifie-

FlO. 65.

rade Leclanchés element, sådant det i Sverige fullständigt tillverkas af firman Bylander & Eudolphs i Stockholm. Samma firma tillverkar äfven andra former af Leclanchés element, hvaribland må anföras ett med rektangulär tvärskärning hos glaskärlet, så att ett batteri af dylika element erfordrar blott ringa utrymme.

En afart af Leclanchés element är Warrens element, som fig. 66 framställer. Kolskifvan är försedd med ett hål, hvari är insatt en propp äfven af kol med 4 å 5 cm. längd. Blandningen af brunsten och grafit innehålles i två små säckar, som anbringas å ömse sidor af kolskifvan och qvarhållas där medelst hampsnören. Andarne af kolstången intränga i säckarne och

åstadkomma ledande förbindelse mellan kolskifvan och den depolarise-rande blandningen. Den glesa väfven, hvaraf säckarne bildas, bör indränkas med asfalt eller något annat ämne, som hindrar dess krympning. Zinken är vanligen i form af en stång.

En jämförelse mellan dessa element och det vanliga Leclanché-elementet af samma storlek uppgifves ha lemnat följande resultat:

Led. element. Warrens elem elektromotorisk kraft 1,48 1,56 volt.

inre motstånd.... 2 1,3 ohm.

Skilnaden skulle bero på det bindemedel, som användes för sammanhållande af den depolariserande blandningen vid Leclanchés element. Vid stora element af Warrens konstruktion begagnas två eller tre kolproppar för att försäkra den ledande förbindelsen mellan blandningen i säckarne och kolskifvan. Den kemiska processen vid Leclanchés element är tämligen invecklad. Vid vattnets sönderdelning utvecklas syre, hvilket förenas med zinken, så att zinkoxid bildas. Men denna är blott löslig i syror eller alkalier. I detta fall upplöses den genom den ur salmiaken (klorammonium) utvecklade ammo-niaken. Härvid alstras klor, som förenar sig med zinken till löslig zinkklorid, under det ammoniaken som frigöres genast upplöser den bildade zinkoxiden. Vätet, som därjämte utvecklas, förenar sig äfven genast med syre ur brunstenen. Slutprodukterna blifva således: vatten, zinkklorid, ammoniumzinkat och en syrefattig manganförening, som förblifver olöst.

Man kan tydligare fatta denna i stapeln försiggående process genom följande schema:*)

*) Efter E. Kaufmann (Elektrotechnisches Echo, 1890, p. 285).

Vatten > Salmiak > Zink J Brunsten ^ H, ------------- 0 B* ------------- o ---------- WB H Cl NH3 --------- H Cl Zn\ Znf Zn\ Znj Mn2 0 °l °\ 0 } 1 - Mn2 0 2Zn Cl -2(ZnO NH3] 3 (ff, 0}.

Vid Leclanché-elementet är renheten hos de använda kemikalierna af ganska stort inflytande på strömmens jämnhet och varaktighet. Det inträffar ofta, att, utom de anförda slutprodukterna, bildas en i vatten olöslig förening af zinkoxiklorid, som afsätter sig på elektroderna i form af en hård, äfven i i syror ytterst svårlöslig beläggning. Detta beror på orena kemikalier. För att undvika bildandet af denna beläggning rekommenderas dels användandet af mycket koncentrerad sal-miaklösning, dels en tillsats af något glaubersalt.

81. Marié Davys och Warren de la Rues elementer. - En stundom använd konstruktion af den galvaniska stapeln är införd af Marié Davy. Yid denna begagnas samma anordning som vid Daniells stapel, men kopparen är utbytt mot kol och kopparsulfat mot qvicksilfversulfat, som omgifver den porösa lercellen, i hvilken en kolskifva, är anbragt, jämte qvicksilfversulfat i form af en deg. Zinken är omgifven med utspädd svafvelsyra. Den kemiska verkan i detta element motsvarar den som eger rum i Daniells: qvicksilfversulfat sönderdelas nämligen, hvarvid qvicksilfver utfälles vid kolet, under det att zinken oxideras och upplöses. Elementet har stor elektromotorisk kraft och är ganska varaktigt, men dess kostnad är betydande, hvarjämte qvicksilfversulfat är ett häftigt gift. Vid en telegrafledning i Frankrike har en stapel af 38 sådana element ersatt 60 Daniells, och de hafva utan underhåll varit i bruk mer än 5-J- månad.

Marié Davy har äfven infört användandet af klorsilfver vid galvaniska element. Warren de la Rue har sedermera begagnat sig häraf för samma ändamål. Den sistnämnde fysikerns element utgöres af ett nedtill slutet glasrör, i hvilket en oamalgamerad stång af möjligast ren zink nedstår. Dennas öfre ände är genomborrad för att upptaga ett litet silfverband, gående till nästa element. I glasröret står äfven ett band af silfver, omgifvet med en cylinder af smält klorsilfver, som innehålles i en cylinder af pergamentpapper. Vätskan i röret utgöres af en lösning af 23 delar salmiak i 1,000 delar vatten. Böret slutes med en propp af paraffin. När elementet är i verksamhet, upplöses zink, som ersätter Silfret i kloriden. Warren de la Rue har sammansatt en stapel af 11,000 sådana element, den starkaste galvaniska stapel, som hittills blifvit utförd.

83. Järnelement. - Man har vid flera tillfällen gjort försök att använda järn vid galvaniska element. Sålunda har man vid Groves stapel ersatt platinan med det vida mindre kostsamma järnet. Schönbeins element utgöres af ett gjutjärnskärl, som innehåller en lercell med zinkcylinder och utspädd svafvelsyra, under det att järnkärlet i öfrigt är fyldt med salpetersyra, med tillsats af en tredjedel svafvelsyra för att bibehålla salpetersyran koncentrerad på det att hon icke må angripa järnet. - Ett annat järnelement, hvilket i Österrike vunnit icke obetydlig tillämpning, är en modifikation af Bunsens element, i det man ersatt kolet i lercellen med ett gjutjärnsstycke af korsformig tvärskärning. Genom tillsats af något kisel till gjutjärnet kan man, enligt Uelsmann, bättre tillgodogöra salpetersyran i stapeln.

Egendomlig är en af Belloni uppfunnen pelarestapel, hvars båda elektroder äro af järn. Samma järnstycke tjänar här både såsom positiv och negativ elektrod. Möjligheten häraf beror på järnets passivitet, då det nedsänkes i koncentrerad salpetersyra. Den sida af järnet, som icke åverkas, förhåller sig som platina eller kol, den andra sidan, som kommer i beröring med utspädd svafvelsyra, angripes och förhåller sig som zinken i de vanliga staplarne. Elektroderna äro af gjutjärn och ega konisk form och inuti dem anbringas äfven koniska men något mindre kärl af porös lera på något afstånd från järnet. Dessa karl innehålla den utspädda svafvelsyran, under det att i järnkonen finnes en blandning af en del salpetersyra och tre delar svafvelsyra efter volym. Med en sådan stapel i form af två pelare med tillsammans 60 element, erhölls en elektromotorisk kraft af 81 volt, som efter fem timmar sjönk till 68 volt. Motståndet hos ett element af 20 cm. diameter var till en början 0,133 ohm och vid slutet 0,240 ohm.

FIG. 67.

83. Lalande & Chaperons kopparoxidstapel. -

Bland de många nya former för galvaniska staplar, som de senare åren framträdt, är den nu i fråga varande en bland de anmärkningsvärdaste. Den utgöres väsentligen af en skifva eller cylinder af zink samt kalilösning med kopparoxid, satt i direkt beröring med järn eller koppar. Dess enklaste anordning framställes af fig. 67. Yid bottnen af ett glaskärl V anbringas en järnbleckslåda A, innehållande kopparoxid S. En koppartråd O, som är isolerad från zinken med ett stycke kautschukrör, är fastsatt vid lådan. Zinken är formad såsom en stång af l cm. dia meter, lindad i en platt spiral D. Den är upphängd vid skifFerlocket E med polskrufven F. Dess öfre del betäckes af kautschukröret G. Glaskärlet fylles med en kalilösning af 30 till 40 proc. För att undvika de olägenheter, som åtfölja kalits behandling, anbringas den mängd kali elementet erfordrar i lådan A, som är försedd med ett lock jämte kautschukhandtag. När stapeln skall anordnas, öppnas lådan och ställes vid glaskärlets botten, hvarefter vatten hälles däri för kalits lösning, och kopparoxid, innesluten i en påse, tillsättes.

FIG. 68.

Man gör äfven bruk af kopparoxiden i form af agglomerat.

Skifvor häraf anbringas i vid ena sidan öppna lådor af koppar

eller järn, som ställas i lösningen å ömse sidor om zinkstången.

Fig. 68 visar anordningen af denna stapel, när stor yta

rfordras. Järnkärlet -4, som bildar stapelns positiva elektrod,

har 40 cm. längd, 20 cm. bredd samt 10 cm. höjd. Dess botten är betäckt med ett lager af kopparoxid, och vid dess fyra hörn finnas isolatorer L af porslin, hvilka uppbära den vid ena kanten böjda zinkplåten DDf. Denna är anbragt på något afstånd från kopparoxiden och från järnkärlets väggar. Kalilösningen upptager vid pass tre fjärdedelar af apparaten. Pol-skrufvarne C och M fästas vid järnkärlet och vid zinkplåten. På det att den stora yta kalilösningen erbjuder luften ej må föranleda till för hastig absorption af luftens kolsyra, betäckes vätskans yta med ett skikte af petroleum eller ock gör man bruk af ett lock.

Vid ett af Hospitalier i staden Paris' skola för teknisk fysik och kemi anstäldt försök med ett element af den första modellen (se fig. 67, påg 129) var elementets vigt 1,914 kg. fördelad på följande sätt:

glaset................ 454 gram.

bleckkärlet............. 41 »

zinken och locket......... 419 »

kopparoxiden............ 200 »

kalilösningen............ 800 »

Den elektromotoriska kraften var ursprungligen 0,98 volt och sjönk, sedan stapeln sex dagars tid varit i verksamhet till 0,8 volt. Strömstyrkan var i medeltal J ampere. Enär yttre motståndet var 0,8 ohm, bör inre motståndet hafva varit i medeltal vid pass l ohm. Den totala mängden elektricitet var 259,000 Coulomb och den konsumerade zinkmängden 88 gram. - Det i fig. 68 afbildade elementet kan lemna en ström af 10 till 15 ampere.

,

För en vigtsdel upplöst zink erfordras vid pass 3 "delar kali och 1,25 delar kopparoxid.

Kopparoxiden afgifver sitt syre och verkar sålunda depo-lanserande. Den härvid erhållna pulverformiga kopparen oxideras ånyo i fuktig luft eller vid upphettning.

Då kopparoxiden är ett affall vid åtskilliga verkstäder, där koppar bearbetas, och icke förlorar i sitt värde genom reduktionen i stapeln, kan kostnaden för dennas underhåll blifva tämligen ringa. Det uppgifves äfven, att denna

stapel med fördel blifvit använd inom telefonien m. m. - I England har man försökt använda den såsom elektricitetskälla för elektrisk belysning.

84. Upwards klorstapel, - Denna är väsentligen afsedd till elektricitetskälla för elektrisk belysning. Den nya stapeln grundar sig på klorens direkta verkan å zinkenUPWARDS KLORSTAPEL.

och tillgodogör därför hela den elektromotoriska kraften, som enligt den kemiska teorien skulle ega sitt upphof vid zink-kloridens bildande, nämligen 2,1 volt. Härför erfordras en serie apparater: för klorens tillverkning och förvaring, den egentliga stapeln, sugapparat för gasens cirkulation o. s. v. Hvad först tillverkningen af kloren beträffar, försiggår den medelst koksalt, brunsten och svafvelsyrehaltigt vatten uti ett lerkärl med 45 cm. diameter och 30 cm. höjd, hvilket är anbragt uti ett sandbad. Detta uppvärmes lindrigt med en lysgas- eller fotogenlampa. Kärlet tillslutes med ett vattenlås. Brunsten, tillräckligt för en månads tid, införes i kärlet, och i detta inläggas de andra ämnena i smärre mängder efter behof. Den upphettade klorgasen bortgår genom ett rör till en flaska, innehållande vatten, under hvars yta röret utmynnar, och går därifrån till gasbehållarne. Dessa äro hopsatta af lerrör, som nedtill och upptill äro slutna med blyskifvor och fernissade. Kloren kommer vid fyllningen till den första behållarens nedre det, uppfyller den, utdrifvande luften, och utgår vid öfre delen till nästa behållares undre del o. s. v. till den sista, som står i förbindelse med den fria luften. Föreningen mellan behål-larne sker medelst blyrör. Vid alla dessa är en liten till hälften hvitmålad kula af glas anbragt, af hvars färg man genast kan se huru många af behållarne äro fylda med gasen.

Självfva stapeln innehåller zink och kol såsom elektromotorer. I ett lerkärl A (se fig. 69) med rektangulär bas står ett aflångt poröst lerkärl B, hvari finnes en ej amalgamerad zinkskifva Z i en lösning af zinkklorid. Två kolskifvor (7, (7, omgifna med kolstycken, äro anbragta å hvar sin sida om S. Den öfre delen af stapeln mellan de båda lerkärlen är lufttätt sluten medelst cement. Kloren införes nedtill vid stapeln, och bortgår upptill på motsatta sidan till nästa elements nedre del. Genom en kran nedtill aflägsnas öfverskottet af lösningen, hvilken filtreras genom det porösa lerkärlet till det yttre kärlet.

När ledningen är sluten, frambringar absorptionen utaf kloren ett tomrum uti stapeln, och detta fordras för

gasens framströmning. emedan kloren ar magasinerad vid en lägre yta än den på hvilken stapeln befinner sig. Förtunningen uppgår emellertid till blott 5 å 7 cm. vattenpelare. Det med

FIG 69.

nran försedda afledningsröret vid lerkärlets botten utmynnar kedtill i vatten för att hindra luftens inträde.

Denna stapel är särdeles konstant. Någon lokal verkan uppstår ej, och zinkskifvorna frätas regelbundet samt lemna föga affall. Vid en hos Woodhouse & Rawson anordnad sådan stapel voro 20 element stälda i följd och härigenom laddades 11 accumulatorer, med hvilkas tillhjälp ett antal 20 volts glödlampor underhöllos. Hvarje elements motstånd var 0,2 ohm och den elektromotoriska kraften 2 å 2,1 volt.

Vid en annan nyare och förenklad anordning användes 2 stora element i följd, och klorgasen får först genomgå dessa, innan den kommer till gasbehållarne, och någon automatisk sug-apparat erfordras då icke. Härvid laddas 8 accumulatorer, stälda i följd och förenade med en automatisk commutator, som genom ett urverk sätter den ena efter den andra af dem i förbindelse med stapeln, t. ex. under en half timmes tid.

Man skulle visserligen genom stapeln kunna direkt underhålla den elektriska belysningen, men det är fördelaktigare att göra bruk af accumulatorer såsom förmedlare. Stapeln kan nämligen vara i verksamhet hela dygnet för accumulatorernas laddning, och man kan med dessa utan olägenhet betydligt variera antalet lampor. Därjämte blifver ljuset jämnare än eljest.

För 1,000 watt eller volt-ampere pr timme kan antagas en zinkåtgång af 2,7 eng. skålpund samt 15 kub.-fot klor,

mot , svarande 1,22 kg. zink och 0,425 kbm klor.

85. Staplar med ombyte af Tätskan. - Vid flera tillfällen har man försökt bibehålla en stapels verksamhet konstant genom att ombyta vätskan, så att denna, oaktadt de i stapeln förekommande kemiska processerna, skulle fortfarande ega oförändrad sammansättning. Om därjämte zinken, hvilken måste upplösas för elektricitetens alstrande, ersattes tid efter annan med ny sådan, kan äfven en stark stapel under lång tid ega bestånd med oförsvagad verkan. Det är i synnerhet för elektrisk belysning med några få glödlampor, och då det följaktligen icke lönar sig att göra bruk af dynamo-maskin, som dylika staplar äro af betydelse. Vi skola först anföra en af Hospitdlier begagnad anordning.

Elementen innehålla zink, kol och en vätska, nämligen svafvelsyrehaltigt vatten, tillsatt med kalium- och natrium-, bikromat. Fig. 70 visar ett sådant element. I ett glaskärl med en liters volym står en med flere hål försedd porös ler-cylinder. Zinken har form af en stång af 45 cm. längd och 10 till 15 mm. diameter. Den nedstår 8 cm. i vätskan uti lercylindern, genom hvilken dess beröring med de tre ellerSTAPLAR MED OMBYTE AF VÄTSKAN.

133

fyra parallelipipediska kolstyckena i det yttre kärlet förhindras. Zinkstången ar fast vid ledningstråden på så sätt, att hon utan svårighet kan nedsjunka i vätskan i den mån hennes nedre del upplöses. Denna nedstår i ett lager qvicksilfver, hvarigenom amalgameringen bibehålles. När blott ett kort stycke återstår af stången, kastas detta i lercylindern på qvicksilfret, och en ny zinkstång införes. På detta sätt kommer zinken helt och hållet att tillgodogöras. Kolskifvorna, som omgifva lercylindern, äro sins emellan förenade genom ett kopparband. De särskilda elementen äro förenade i tension genom

FIG. 70.

lätt böjliga ledningstrådar. Vätskan nedrinner sakta i lercylindern genom ett kautschukrör från en reservoir af 30 till 50 liters volym och utrinner genom ett från undre delen af glaskärlet mynnande böjdt glasrör. Så snart väskeytan i glaskärlet nått en viss höjd, utrinner den öfverskjutande delen. Man kan emellertid begagna samma vätska tio eller tolf gånger. Det är onödigt att särskildt begagna lösning, då man gör bruk af kaliumbikromat, utan det är tillräckligt att i reservoiren lägga kristallerna samt däri hälla vatten jämte en tiondedel af dess volym svafvelsyra. Sedan vätskan fem eller sex gånger genomgått elementet, tillsättes ytterligare en tiondedel af volymen svafvelsyra.134

GALVANISKA STAPLAR.

FJG. 71.

Användandet af blott en vätska i stapeln är visserligen fördelaktigt genom den enkelhet i anordningen, som däraf blifver en följd, men därigenom blifver åtgången såväl af zink som af bikromat större och således kostnaden förökad. Man kan använda två vätskor, hvilka ytterst långsamt fä utrinna, och därför blott en enda gång få passera stapeln. Man gör då bruk af en vanlig porös lercylinder i stället för den med hål försedda och anbringar vid dess öfre del i jämnhöjd med glaskärlets kant ett andra afloppsrör, som går från lercylinderns botten. I denna cylinder inkommer upptill vatten med en tiondedel svafvelsyra, och denna vätska bortgår vid bottnen genom nämnda rör, som utmynnar vid öfre delen af nästa elements lercylinder. Por öfrigt är anordningen sådan som vid

den nyss beskrifna. Det syrehaltiga vattnet står alltid något öfver bikromat-lösningen i glaskärlet.

Vid en elektrisk belvs-ningsapparat med dylika staplar begagnas 7 i ten-sion stälda element, hvaraf 5 med två vätskor och 2 med en enda vätska. De båda vätskor, som genomgått de 5 första elementen, blandas sedermera och få genomgå de 2 sista elementen. Stapeln begagnas dock icke omedelbart för glödlampornas underhåll, utan äfven här får den under hela dygnets lopp ladda accumulatorer, hvilka under några timmar lemna sin elektricitet till lamporna. Af dessa finnas 6 på c:a 10 volt, men med ljusstyrka från 3 å 4 ljus till 10 å 12 ljus. De förra fordra 1,2 och de sistnämnda 3 ampere ström. Accumulatorernas antal är 6.

En annan stapel med ombyte af vätskan är konstruerad af O^Keenan. Dess anordning framgår af fig. 71, som visar en för laddning af accumulatorer till en liten elektrisk belysningsanstalt afsedd stapel af detta slag. Här finnas 10 element i följd, afsedda att ladda ett antal accumulatorer,

gruppvis med tre i följd. Själfva stapeln är liggande med koppar och zink såsom elektromotorer, anbragta öfverst i ett kärl med skiljeväggar af paraffineradt trä. Por att småningom förnya vätskan, får vattnet droppvis rinna genom en kran 22, men något hastigare än nödvändigt, så att öfverskottet af vatten bortrinner genom röret *SP*. Man lägger i tratten *T* kristaller af kopparvitriol, hvilka småningom upplösas af vattnet, sem ingår i tratten och utströmmar därifrån genom öppningarna *b* och *a, a, a* i den riktning pilarne antyda.

Elementen vid 0'Keenans stapel äro sammansatta af två blyskifvor och mellan dem en zinkskifva, omgifven med ett upptill och nedtill öppet omhölje af pergamentpapper (se fig. *A*). Yätskan delas i tre olika lager efter tätheten. Zinksulfatlö sn ingen som den tätaste intager elementets nedre del, kopparsulfatlösningen midten och rent vatten öfre delen. Det öfversta och det nedersta lagret har blott l à 2 cm. höjd, så att kopparsulfat-lösningen upptager den vida större delen af elementet. Vid strömmens slutning sönderdelas zinksulfatet och metalliskt koppar utfälles på blyet, hvaremot syret och syran genomtränga pergamentpapperet samt upplöser zinken. Det bildade zinksulfatet ökar tätheten hos vätskan mellan pergamentbladen och föranleder henne därför att sjunka mot kärlets botten. När zinksulfatlösningen öfverstiger *h* (se fig. 71), utrinner den genom röret $\alpha\beta$ och utöfvar ett tryck på qvicksilfret i ett litet kärl, i hvilket rörets undre del β utmynnar. Höjden *x* af detta qvicksilfver motväger höjden *H* af zinksulfatlösningen i stapeln och i röret $\alpha\beta$. Öfverskottet bortrinner genom ett litet afloppsrör till samma kärl *E*, i hvilket röret SP^S undre del nedgår. Regleringen af vattnets inströmning och zinksulfatlösningens utströmning sker en gång för alla vid stapelns uppsättning. Äro zinkskifvorna tillräckliga, kan denna stapel vara i verksamhet flera månader, utan att den behöfver löstagas.

86. Pollaks regenerativa stapel. - Denna är en bland de intressantaste af de nya stapelkonstruktionerna. Den skiljer sig principielt från andra s. k. konstanta staplar därut-innan, att då dessa innehålla flytande eller fasta ämnen, som på ett eller annat sätt bortskaffa det utvecklade vätet, så frambringar Pollaks stapel själf sådana ämnen och på så sätt, att ett förnyande af dem eger rum, d. v. s. att stapeln regenerar sig själf. *)

Elementen i denna stapel utföras på två något olika sätt, allt efter som ledningen i allmänhet skall vara sluten och blott

*) Om ett i Sverige ,patenteradt regenerativt galvaniskt element af *G. Wehr* och *C. Pollak*, se Kongl. Patentbyråns beskrifning, n:o 650.136

FIG. 72. FIG, 73.

afbrytas tid efter annan (t. ex. vid telegrafering med hvilo-ström) eller om ledningen blott slutes under den tid strömmen skall användas (t. ex. vid telegrafering med arbetsström). Fig. 72 visar ett element af förstnämnda slag. Det utgöres af ett glaskärl C, som innehåller kolcylindern A och zinkringen B samt en lösning af 200 å 250 gram salmiak i vatten. Kolet och zinken äro försedda med polskrufvar. Den elektromotoriska kraften uppgifves vara l volt och inre motståndet 0,8 å

l ohm. Elementet lemnar redan vid 7 till 10 ohms yttre motstånd en

fullständigt konstant ström. Fig. 73 visar ett element af det senare slaget. Den elektromotoriska kraften uppgifves här kunna uppgå till 1,3 volt och inre motståndet vara 0,5 å 0,8 ohm.

Kolcylindern är mycket porös, men eger likväl ansenlig ledningsförmåga, och på dess undre ände är vid element af första slaget en metall, vanligen koppar, på galvanisk väg utfäld. Till en början uppstå lokala strömmar mellan denna koppar och kolet, hvarigenom det använda saltet sönderdelas och kopparföreningar bildas.

Då man, såsom ofvan nämndes, gör bruk af salmiak, erhålles kopparklorid, genom hvilken den kopparen

närbelägna vätskan färgas blå. Man benämner denna lokala verkan elementets laddning. Sedan denna försiggått, är elementet användbart.

Vid vätets frigöring afsätter det sig å kopparen och sönderdelar dennas föreningar, men sådana uppstå ånyo genom kolets inverkan. På detta sätt eger regenerationen rum. Men det är härvid nödvändigt att stapeln får vara i hvila.

Vid element af andra slaget, d. v. s. sådana som blott stundom äro i verksamhet, äro icke kolcylindrarne förkopprade, utan indränkta med lösningar af lätt oxiderande salter.

A tekniska högskolans i Berlin laboratorium äro försök gjorda med ett element af första slaget. Under 670 timmar sjönk strömstyrkan 30 proc. och ^ar i medeltal 0,0846 ampere. Elektromotoriska kraften var i medeltal 0,932 volt samt inre motståndet i medeltal 1,016 ohm. Hela den utvecklade elek-

tricitetsmängden var 204,055 Coulomb. Zinkens vigtsförlust var 86 gram. - Yid några å tekniska högskolan i Stockholm undersökta element af andra slaget var elektromotoriska kraften 1,1 volt och inre motståndet l ohm.

Pollaks element är användt icke blott för telegrafi utan äfven för smärre elektriska belysningsanläggningar, för galvanoplastik m. m.

87. Staplar ined stor elektromotorisk kraft. -

Redan Wheatstone gjorde försök att konstruera staplar med särdeles stor elektromotorisk kraft och använde tör den skull kaliumamalgam och blysuperoxid uti svafvelsyrehaltigt vatten; han erhöll på så sätt en elektromotorisk kraft af 3,5 volt. Cor-minas har för samma ändamål användt natrium och kol eller platina. Den elektromotoriska kraft man erhåller blifver olika allt efter den använda vätskans beskaffenhet, nämligen med

mättad lösning af klorkalium......................3,5 volt.

salpetersyra...............................3,8 »

mättad lösning af öfvermangansyradt kali ....4,0 »

» » » » » .....100 volymdelar\ . ^

svafvelsyra...................... 30 » /

lika volymer öfvermangansyradt kali och svafvelsyra.........4,6 »

Anordningen af en dylik stapel är följande: På yttre sidan af ett poröst kärl fästes med ett kautschukband en prismatisk stång af natrium. I denna instickes en tråd af koppar eller platina, som bildar den negativa polen. Uti det porösa kärlet anbringas kolet eller platinan, som förenas med den positiva polen, äfvensom vätskan. En häfvare, som formas af ett kapil-lärt glasrör eller af en asbestveke, leder vätskan från det porösa kärlet till natriumstången. Denna bör icke beröras af veken, hvilken stannar något däröfver. Framför allt bör man undvika, att öfverskott af vätskan rinner ner på metallen, ty därigenom skulle våldsamma explosioner kunna uppstå. Till en början bör man vid dylika försök göra bruk af små mängder både af metallen och vätskan för att göra sig förtrogen med behandlingen däraf.

Yid en dylik stapel gjorde Corminas bruk af ett poröst lerkärl af 36 cm. höjd och 3 cm. diameter, innehållande en lösning af 100 volymdelar mättad kaliumbikromatlösning och 30 volymdelar svafvelsyra. Yid lägre och yttre delen af kärlet var fäst ett natriumstycke af 10 till 15 grams vigt. Hela den del af natriumytan, som icke berörde det porösa kärlet, var betäckt med paraffin for att hindra den fuktiga luftens inverkan. En platinaspiral, införd i metallen, utgjorde den138

FIG. 74.

negativa polen. Yid denna stapel begagnades icke någon häf-vare, utan vätskan filtrerades genom det porösa kärlet.

88. Lätta staplar* - Man har de senaste åren försökt konstruera galvaniska staplar så lätta, att de skulle kunna med fördel användas för erhållande af drifkraft till luftballonger. Det är i synnerhet Benard, som i Frankrike gjort dylika försök, och då de af honom konstruerade staplarne äfven för åtskilliga andra ändamål kunna vara till gagn, skola vi här något närmare redogöra för dem.

Renards stapel tillhör kaliumbikromatstaplarnes klass, men är från dem skiljaktig därutinnan, att nämnda salt är ersatt med fri kromsyra samt svafvelsyran helt och hållet eller delvis med klorvätesyra, hvarjämte elementen formas såsom rör. Fig. 74 visar ett sådant element. Det innehålles i en smal cylinder A af glas, porslin eller ebonit. Elektroderna äro platineradt silfver och zink. Den förstnämnda .Z?, som i vissa fall er-sättes med kol, har rörform, den sistnämnda C är en mycket smal stång. Stapeln har alltid ett större eller mindre antal sådana element, hvilket gör att den får utseende af en rörpanna, hvarför den ock benämnes rorstapd. Genom rörformen underlättas elementens afsvalning, hvilket här är af stor vigt, emedan en jämförelsevis betydande värmeutveckling eger rum. Dessutom hindras därigenom vätskans utstjälpning. Vi skola nu taga detaljerna i betraktande. Hvad först beträffar silfverröret, är det af mycket tunt bleck, t. ex. 0,1 mm. i de vanliga elementen, hvilket är platineradt, icke på galvanisk väg utan genom påläggning af platinablad på båda sidor och valsning. Det är försedt med en några millimeter bred springa efter hela sin längd. Vigten af platinabladen tillsammans är icke mer än en tiondedel af Silfrets vigt. Naturligtvis blifver kostnaden betydligt mindre, om man i stället använder kol, men ledningsmotståndet ökas, äfvensom stapelns vigt och volym. Erfarenheten har emellertid visat, att kolet utan olägenhet kan användas, om* vätskan innehåller åtminstone 60 volymdelar svafvelsyra mot 40 volymdelar klorvätesyra samt kolstångens längd icke öfverstiger 25 cm. - Zinkelektroden åter är bildad af en dragen zinktråd, hvars diameter praktiskt bestämmes så, att hvarje stång får tjänstgöra blott en gång. Det är fördelaktigt att använda en mycket smal stång för att förminska upplösningen af zink (jämför

FIG. 75.

§ 70), när icke stapeln är i verksamhet. För ett kärl af 35 mm. diameter är zinkstångens diameter 5,6 mm.

Den vätska, som visat sig fördelaktigast, är saltsyra af 11° Baumé (sp. vigt 1,083), 200 kbcm. med 60 gram kromsyra. Den kraftigaste effekten skulle man dock erhålla, om man använde ända till 100 gram kromsyra, i hvilket fall blott 11 liter vätska skulle erfordras pr timme och hästkraft, men dels är den kostsam, dels tämligen seg. Om man i stället för saltsyra gör bruk af en blandning af denna och svafvelsyra, förminskas .effekten i samma förhållande, hvaremot stapelns varaktighet ökas.

I vissa fall, i synnerhet när rörstapeln användes för elektriska belysningsapparater, fastsättas rören vid locket a af ett stort kärl (se fig. 75). Yätskan hälles i detta, och genom en kaut-

schukpump pb inblåses luft däri öfver vätskeytan, så att denna stiger samtidigt i alla elementen från HR till HfHf. Medelst kranar regleras denna nivå och således strömstyrkan. Men denna anordning kan endast begagnas, när man har saltsyra uppblandad med svafvelsyra, emedan eljest upphettningen blifver för stor.

89. Torra staplar. - Man har flera gånger försökt konstruera galvaniska staplar, vid hvilka icke någon vätska skulle användas. Mest känd af de äldre bland dessa är den af Zam-boni år 1812 uppfunna stapeln, som utgöres af pappersskifvor, hvilkas ena sida är beklädd med tenn och den andra öfverdragen med brunsten, och hvilka äro lagda öfver hvarandra i samma ordning som en vanlig stapel. Det är emellertid val att märka, att en sådan stapel ingalunda är fullkomligt fri från fuktighet, ty papperet innehåller alltid en icke ringa qvantitet vatten, om det icke särskildt är uttorkadt. Ermann fann ock, att en s. k. torr stapel, om den fullständigt uttorkades, icke längre utvecklade någon elektricitet, men ånyo gjorde detta, om stapeln anbragtes i fuktig luft. Det försiggår i dessa staplar en kemisk verksamhet lika väl som i Voltas stapel, men i de förra sker den visserligen ytterst långsamt. Af

något praktiskt värde äro icke heller de äldre konstruktionerna af dessa140 GALVANISKA STAPLAR.

apparater, ehuru den elektromotoriska kraften hos dem kan vara ansenlig; motståndet är däremot ofantligt stort.

Vid elektricitetsutställningen 1881 förekom emellertid af Desruelles konstruerade s. k. torra staplar, hvilka äro af intresse. Desruelles gör nämligen de vanliga staplarne torra på det sätt, att medelst asbest, som är poröst och icke angripes af de använda vätskorna, qvarhållas dessa i det läge de skola intaga i stapeln. Denna kan till följe häraf bibehålla sina egendomligheter, utan att dessa lida förändring genom att stapeln blifvit torrgjord. Men visserligen förökas ledningsmotståndet på detta sätt. Desruelles behandlar sålunda flera af de förnämsta staplar, som vi i det föregående omnämnt, äfven de sekundära samt accumulatorerna, hvarom vi längre fram komma att tala.

Sedermera hafva flera andra sådana staplar kommit i användande, och vi skola anföra några exempel i detta hänseende.

Scrivanoffs element har vid kärlets botten en kolskifva, på hvilken ligger en deg, som erhålles genom hopsmältning af 10 delar ammonium-qvicksilfverklorid, 3 delar koksalt och J klorsilfver, hvilken blandning pulvriserats och hoprörts med zinkklorid till en deg. På denna lägges asbest eller sugpapper och därpå zinkelektroden.

Den elektromotoriska kraften uppgifves vara 1,5 å 1,6 volt.

Duns torra element har äfven kol och zink som elektroder. Fyllningen erhålles här genom att koka en lösning af l del kaustikt natron i 3 delar vatten med stärkelse och gjuta massan i glaskärlet ungefär l cm. högt. Efter stelningen inställes kolcylindern och i denna Upphänges zinkcylindern, och kärlet fylles med den flytande massan till nära kanten af cylindern, hvarefter den får stelna. Den blott upptill öppna kolcylinderns sida är på många ställen genomborrad samt beklädd med pergamentpapper och fyld med kolstycken jämte öfvermangan-syradt kali. Man häller natronlut i cylindern, betäcker den med pergamentpapper och gelatin och slutligen med gips eller paraffin. - Elektromotorisk kraft 1,3 volt.

Gassners element har likasom de föregående kol och zink som elektroder samt en särskild fyllningsmassa, ingjuten mellan dem. Men det är hermetiskt inneslutet i zinkcylindern, som vid normalt begagnande icke förstöres. Vid Tekniska Högskolan undersökta element af detta slag visade en elektromotorisk kraft af 1,29 volt. Inre motståndet är ganska litet, vid pass 0,12 ohm. Elementet användes mycket, i synnerhet till induktionsapparater.

Hettesens element inneslutes i en med fernissa isolerad zinklåda med qvadratisk bas, hvilken likväl icke tillika utgör elektrod, utan i stället finnes en särskild zinkcylinder samt inuti denna en kolcylinder med stjärnformig genomskäring.NOKMALELEMENT.

Zinkcylindern är genomborrad med flera hål och en geléartad elastisk massa uppfyller i öfrigt hela det hermetiskt slutna kärlet Enligt patentbeskrifningen*) användes såsom depolari-sator de tunga metallernas oxider och superoxider i mycket fint fördeladt tillstånd, stundom äfven med inblandadt anima-liskt eller vegetabliskt kol, grafit etc. De depolariserade ämnena pressas mycket fast omkring kolet, och när volymen vid syrets afsättning förminskas, tryckas de mot sidorna, så att kontaktet med kolet bevaras. Utkristalliseringen af zinkföreningar undvikes genom ättiksyrade salter, i synnerhet ättiksyrad ammoniak, eller kolsyrad ammoniak eller tillsats af fri ammoniak. Den elektromotoriska kraften är något öfver 1,4 volt och motståndet vid pass 0,1 ohm.

Äfven i Sverige tillverkas numera torra element, nämligen af firman Rylander & Eudolphs i Stockholm.

9O. Normalelement. - För att erhålla en elektromotorisk kraft, som kunde tjäna till jämförelse med andra, har man försökt konstruera galvaniska element, hvilka icke undergingo märkbar förändring under lång tid eller som kunde anordnas fullkomligt lika ena gången och den andra, så att den elektromotoriska kraften alltid kunde påräknas vara densamma. Flera sådana normalelement äro försökta, men intet af dem har vunnit allmännare tillämpning. Vi skola emellertid anföra ett par af de förnämsta bland dem.

Latimer Clarks normalelement gifves företrädesvis den form fig. 76 visar, liknande ett H, bildadt af två vertikala och ett horisontalt glasrör. Ett af de förstnämnda, A, fylles delvis med zinkamalgam, som bildas genom att lägga ren zink i rent uti tomrummet destilleradt qvicksilfver, det andra, M, med dylikt qvicksilfver, betäckt med qvicksilfversulfat MS. Båda rören fyllas sedermera med ren, mättad zinksulfatlösning Z, Z öfver det horisontala röret; några kristaller af zinksulfat tillsättas lösningen. Dennas afdunstning förhindras genom införande af paraffinerade korkar C, C. Medelst platinatrådarne W, W erhålles den elektriska ledningen från amalgamet utåt. Enligt Rayleighs undersökningar gifver detta

Flö. 76.

*) Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, n:o 291.142 GALVANISKA STAPLAR.

element, sedan några veckor förflutit efter uppsättningen, en ytterst konstant elektromotorisk kraft, som vid en temperatur t är

1,438 (l -0,00077 (£ - 15°)) VOlt.

Detta är dock under förutsättning, att elementet icke får sända ström, ty i annat fall har polarisationen inflytande.

Daniells element har i flera former användts såsom normalelement. Sä t. ex. det s. k. "Post office element". Detta innehåller i ett glaskärl mättad zinksulfatlösning och en amalga-merad zinkskifva. Ett poröst kärl med mättad kopparsulfat-lösning står, när elementet icke användes, i en andra med vatten fyld afdelning af glaskärlet. Vid användandet sättes det porösa kärlet med köpparsulfatlösningen jämte kopparelektroden i den afdelning, som innehåller zinksulfat. - Den elektromotoriska kraften är här 1,07 volt.

91. Sammansättning af en stapel med flera element* - Af den allmänna fysiken inhemtas, att om en stapel med ett visst antal element skall utöfva den fördelaktigaste verkan under ett gifvet yttre ledningsmotstånd, böra elementen så förenas med hvarandra, att ledningsmotståndet i stapeln blifver lika stort med ledningsmotståndet i slutningskedjan, så nära detta låter sig göra. Om man t. ex. har 8 element att använda för strömmens frambringande, så kunna de sammansättas på något af de fyra sätt som af fig. 77 angifves. Enligt den af A visade kombinationen blifver såväl den elektromotoriska kraften som motståndet störst, nämligen åtta gånger större än i ett enda element; stapeln är här anordnad för hög elektromotorisk kraft, och detta bör tillämpas, när motståndet i den yttre ledningen är betydligt. B visar åter stapeln, när två och två element äro hopkopplade med hvarandra, så att de bildn ett sammansatt element med dubbelt så stor yta som ett enkelt; den elektromotoriska kraften är här blott fyra gånger «å stor som hos ett element, men motståndet är i stället 4 . -| = 2 gånger större än hos ett sådant. Af C synes anordningen, när fyra element förenas till ett, så att man här har två element med den fyrdubbla ytan; den elektromotoriska kraften är då octeå endast dubbelt så stor som hos ett element och motståndet blott 2 . \ = -| af hvad det är hos detta. Slutligen antyder D sammansättningen af de åtta elementen, när de verka som ett enda element med den åttadubbla ytan. Den elektromotoriska kraften är i detta fall minst, nämligen lika med den hos ett enkelt element, men motståndet är äfven minst nämligen blott ^ af det enkla elementets. Den sistnämnda anordningen är fördelaktigast, när motståndet utanför stapeln är helt ringa.SAMMANSÄTTNING AF EN STAPEL MED FLERA ELEMENT. 143 FIG. 77.

Vi meddela följande jämförelse angående den elektromotoriska kraften och motståndet i medeltal vid några af de vanligast använda galvaniska staplar:

	Elektromotorisk kraft i volt	Motstånd i ohm
Daniells element	1,079	1,4
Groves »	1,96	0,7
Bunsens »	1,93	0,8
Leclanchés »	1,48	1,8

Meidingers » 1,00 4,8

Men visserligen kan motståndet väsentligt variera allt efter elementets storlek. De angifna värdena därför afse medelstora element. Vidare har temperaturen samt vätskelagrens beskaffenhet och tjocklek inverkan (se §§ 62 och 74).

Det gifves en annan omständighet, som enligt Barys undersökningar synes utöfva ett icke ringa inflytante på ett elements

ledningsmotstånd, nämligen det yttre motståndets storlek och således styrkan af den ström elementet utsänder. Detta anmärkningsvärda resultat är bekräftadt af Heynier. Bary fann*), att motståndet lider en väsentlig förminskning, när strömstyrkan ökas. Med alla de undersökta elementen visade sig detta vara händelsen. Vid en förökning af strömstyrkan från l till 100 sjönk i ett fall motståndet 75 proc. af sitt ursprungliga värde. Jämväl en elektrolyts motstånd befanns variera på samma sätt med den ström, som genomgick densamma. Detta visade sig t. ex. vid en kopparsulfatlösning med elektroder af koppar, dar icke någon märkbar polarisation egde rum. Ju starkare ström, som fick genomgå vätskan, desto mindre blef dennas ledningsmotstånd. Denna omständighet, hvars orsak icke är bekant, visar hui* svårt det är att på förhand beräkna en stapels och en vätskas ledningsmotstånd, och att de uppgifter man har häröfver endast äro fullt tillämpliga under samma förhållanden, som vid deras bestämning förefunnos.

92. Sekundära staplar. - Man benämner så apparater, hvilka, sedan de varit utsatta för inverkan af en elektrisk ström från en galvanisk stapel eller annan elektricitetskälla, därigenom erhålla egenskapen att under någon tid kunna verka såsom en galvanisk stapel. Ritter var den förste som utförde en sådan apparat. Han tog nämligen ett antal metallskifvor, hvilka lades öfver hvarandra såsom Voltas stapel, men med uiellanlag af kläde, fuktadt med någon saltlösning. Strömmen från en galvanisk stapel fick under någon tid genomgå skifvorna. Den afbröts därefter, men i stället förenades de yttersta skifvorna med en ledare, i hvilken då en ström uppstod i motsatt riktning till den ursprungliga. Orsaken härtill är att vid metallskifvorna afsätta sig lager af syre och väte, utvecklade genom vattnets sönderdelning, och vid beröringen mellan metallen och dessa gaser alstras en elektromotorisk kraft. Detta fenomen kallas som bekant polarisation och den häraf uppkommande strömmen polarisationsström. När den sekundära stapeln slutes, uppkommer äfven gasutveckling, men i motsatt riktning mot den förra, hvarför strömmen snart upphör. Jacobi begagnade sig 1847 af en sekundär stapel med platinableck och vatten för att neutralisera de elektriska laddningar, som uppstå i telegrafkablar vid strömmens öppnande. Men det är förnämligast genom de undersökningar Planté anstalt öfver de sekundära staplarne, som dessa blifvit af verklig betydelse. Han visade år 1859, att blyet är särdeles passande för dem, emedan det både är olösligt i utspädd svafvelsyra och dessutom förmår

*) Se FÉlectricien, 1890, p. 8 äfvensom p. 147.

bilda en mycket syrerik förening, nämligen bly superoxid. Planté*) bildade elementen till sin sekundära stapel på det sätt, att två blyskifvor, hvilka genom gummiband höllos på lika afstånd från hvarandra, hoprullades i spiral samt nedsattes i ett cylindriskt kärl af glas eller guttaperka, hvilket innehöll svafvelsyra, utspädd med tio gånger sin volym vatten. Kärlet täcktes med ett lock, i hvilket en öppning var anbragt för att lemna de utvecklade gaserna tillfälle att bortgå. De båda blyskifvorna sattes i förbindelse med poltrådarne, hvarigenom strömmen från den galvaniska stapeln fördes till det sekundära elementet. For dettas laddning erfordras en galvanisk stapel af två eller tre element. Förloppet vid laddning och urladdning är enligt Plantés åsigt följande: Vid strömmens gång genom det sekundära elementet betäckes den positiva blyskifvan med ett lager af blysuperoxid, och dess yta blifver brun; den negativa skifvan betäckes med ett lager af vätgas, genom hvilken där befintlig oxid reduceras till metalliskt bly. Laddningen är fullbordad, när syrgasblåsor börja bortgå från den förstnämnda ytan. Afbryter man sedermera ledningen från den galvaniska stapeln och i stället förenar det sekundära elementets poltrådar sinsemellan, sker urladdning, hvarvid vätet på den negativa blyskifvan förenar sig med syre, som afskiljer sig från blysuper-oxiden på den positiva skifvan; därefter oxideras äfven blyet. Dessutom bildas blysulfat. Den elektromotoriska kraften hos ett sådant element kan till en början uppgå till nära en och en half gång den vid ett

Bunsens element, men aftager i den mån urladdningen försiggår.

Urladdningen af det sekundära elementet eger rum med olika hastighet, allt efter det motstånd, som är infördt i slut-ningskedjan. Ar detta stort sker urladdningerT långsamt, men däremot hastigt vid ringa motstånd. När urladdningen synes fullbordad, kan man likväl, efter att elementet några minuter varit i hvila, åter erhålla en ehuru svagare urladdning däraf och så vidare, tills apparaten slutligen fullständigt upphör att verka. Den behöfver sedan ånyo laddas medelst en annan elektricitetskälla för att kunna användas.

Det bör anmärkas, att ett sekundärt element vinner i styrka genom att ofta laddas och urladdas. Till en början under pre-pareringen bör laddningen ske i omvexlande riktningar, men sedermera alltid i samma riktning, så att den galvaniska stapelns positiva pol alltid förenas med samma blyskifva i det sekundära elementet.

*) Om det sätt, på hvilket Planté går till väga vid bildandet af sin stapel, se hans »Recherches sur rÉlectricité», 1879, äfvensom Hoppe: »Die Accu-mnlatoren fiir Elektricität», p. 101.

Plantés sekundära element kan framkalla kemiska verkningar, elektromagnetism o. s. v. Det har blifvit användt för antändning af sprängskott medelst glödning af en fin platina-tråd. I allmänhet lämpar det sig, när strömmen blott erfordras en kort tid samt när stapeln icke får upptaga stort utrymme, t. ex. vid sprängning i en tunnel eller i ett grufschakt.

Mera sekundära element kunna sammansättas till en stapel enligt samma grunder, som för galvaniska staplar äro gällande. Planté har konstruerat en sådan sekundär stapel med 800 element.

93. Faures accumulator. - En vigtig tillämpning af de sekundära staplarne är för magasinering af elektricitet. Det är nämligen väl att märka, att de ingalunda framställa någon elektricitet, utan blott upptaga sådan från andra elektricitetskällor för att åter afgifva densamma. Planté har anstalt försök med den af honom uppfunna stapeln och iakttagit, att det är möjligt återgifva ^ af den af apparaten upptagna elektricitetsmängden, så att endast 10 proc. däraf skulle gå förlorad. En sådan stapel kan bibehålla sin laddning under flera dagar, utan att fullständigt urladdas; det ar således en verklig magasinering af elektricitet.

Genom en förändring af Plantés sekundära stapel har Faure lyckats att väsentligen föröka dess förmåga att magasinera elektriciteten och har därigenom ett nytt fält blifvit Öppnadt för dennas användande, hvilket blifvit af stor betydelse. Eaure utgick vid konstruktionen af sin accumulator från den iakttagelse, att hos Planté-elementet strömmen varar så mycket längre, under i öfrigt lika omständigheter, ju tjockare det bildade bly-superoxidskiktet ar, hvars tjocklek intill en viss gräns växer i den mån elementet begagnas. Han öfverdrog blyskifvorna med ett skikte mönja, såsom bekant en förening af blyoxid med blysuperoxid, och detta syrsattes efter många gånger skedd laddning och urladdning af apparaten till blysuperoxid. Sådan accumulatorn var anordnad vid elektricitetsutställningen i Paris år 1881, vid hvilken ett stort antal dylika apparater för första, gången var i verksamhet, utgöres den af en inuti med bly beklädd trälåda, innehållande sex i veck böjda blyplåtar, beklädda med mönja samt omgifna med svafvelsyrehaltigt vatten, Blyplåtarne äro stälda vertikalt och omsluta delvis hvarandra,, på sätt fig. 78 antyder. Deras höjd är omkring 20 cm. och längden efter böjningen omkring 30 cm. Ett element innehåller 8 kilogram bly samt 11 kilogram mönja. Beklädnaden af mönja är anbragt å båda sidor. Den är betäckt med pergamentpapper, hvarefter filt är lindad däromkring, så att hvar och en af blyplåtarne är innesluten i en filtbeklädnad, hvilken

FIG. 78.

skyddar mönjelagret. Från vecken af blyplåtarne gå remsor af samma metall till vid lådans sida anbragta metallstycken, med en klämskruf för poltrådarnes insättning. Accumulatorn laddas och urladdas under en tämligen lång tid, omkring 150 timmar, för at.t sedermera kunna magasinera elektriciteten i större mängd. Laddningen sker genom att accumulatorns poler sättas i förbindelse med en magneto- eller dynamo-elektrisk

maskin. Det ena af mönjelagern hos en blyplåt har förvandlats till blysuperoxid, det andra har afgifvit syre. Under laddningen kommer således det ena lagret att oxideras, det andra att reduceras. Vid urladdningen däremot reduceras åter superoxiden, hvaremot på den andra sidan blyet ånyo oxideras. I själfva verket är likväl den kemiska process, som här försiggår, långt mer invecklad; vi återkomma härtill. Den elektromotoriska kraften hos en accumulator, då denna nyss är laddad, uppgår till 2,25 volt; motståndet är ganska ringa, så mycket mindre ju större ytorna äro.

Försök, anstälda med Faures accumulator, visa otvifvelaktigt, att man därmed kan magasinera elektricitet under sådana förhållanden, att en teknisk till-lämpning däraf kan ifrågakomma. Sålunda kan man med fyra dylika accumulatorer, sedan de en gång blifvit laddade, drifva en symaskin under en veckas tid, med tillhjälp af en liten elektrometer. Vid ett försök, som af juryn vid förutnämnda utställning anstäldes med en stapel, sammansatt af 44 Faures accumulatorer, laddades dessa först under 10 timmars tid med en dynamo-elektrisk maskin, då strömstyrkan, uppmätt med en Deprez' galvanometer motsvarade 29 ampere. Tjugu elektriska glödlampor af Maxims system infördes genom derivation i ledningen, då till en början strömstyrkan steg till 31 och sjönk blott småningom från detta värde, under det att lamporna gåfvo ett ganska starkt sken. Efter 3| timme visade galvanometern ännu 25 ampere, men ljuset började därefter märkbart aftaga uti intensitet. - Med samma accumulatorer gjordes äfven försök att drifva en dynamo-elektrisk maskin, då ett arbete af 112 kilogrammeter per sekund erhölls, motsvarande vid pass 11 hästkraft.

I den nu beskrifna formen har Faures accumulator visserligen icke längre någon praktisk betydelse, men det är utgående från den anförda konstruktionen och genom förbättringar

FIG. 79.

ilBBBiIIBI

Bl BB!B BBBlIlB BlBlBI

iBBBSiBBSlBtSlSiBBiSl BlBSiBBlBuiSlBSlBlBji JfBmBBBlBB^IlSlSlBBBIIIIlBIlBlBBlIlBS

|L*S|S|I|S|B1S|5|SJBB|BI B[B,B|BiBlB|B|B|§BBlBlB

däri, som man lyckats på ett fullt praktiskt sätt lösa det vigtiga problemet om magasinering af elektricitet. Vi skola nu redogöra för de förnämsta af de många olika accumulatorer, som äro i bruk.

94. Faure-Sellon-Volckmars accumulator. - Faures nyss beskrifna accumulator har väsentligt förbättrats af Sellon och Volckmar och den så förändrade apparaten har vunnit vidsträckt användande inom praktiken, troligen mer än hittills någon aiman accumulator. Den förfärdigas af "Electrical Power Storage Company" (E. P. S.) i London, som i flera länder har fabriker därtör. Elektrodernas eller plåtarnes framställning är olika allt efter som de skola användas som positiva eller negativa. Båda hafva blyet* i form af galler med hål, som hopträngas inåt, så att de ega det utseende fig. 79 visar. Härigenom afses att förhindra fyllningens utfallande. Blygallret gjutes eller pressas. Fyllningen till de positiva plåtarne utgöres af en deg, som består af mönja, fuktad med svafvelsyra. Degen intryckes med stora lister, först på ena sidan och sedan på den andra, hvarvid gallret hvilar på ett plant trä- eller sten-underlag. Hålen utfyllas fullständigt, och plåtens båda sidor blifva sålunda plana ytor. De negativa plåtarne fyllas med en blandning af blyglete (blyoxid) och mönja, fuktad med svafvelsyra eller lösning af svafvelsyrad magnesia. Sedan plåtarne långsamt torkats beredas de på följande sätt. I ett sönder-delningstråg med svafvelsyrehaltigt vatten insättas de positiva plåtarne som anoder med enkla blyplåtar som katoder och under 48 timmar ledes en stark ström genom dem, hvarvid vattnet lifligt sönderdelas. För de negativa plåtarnes beredning går man till väga på samma sätt, men de anbringas här som katoder, under det att anoden är en enkel blyplåt, hvarjämte i detta fall strömmen får verka blott under 24 timmar. Sedermera torkas plåtarne ånyo och deras uppstående blyremsor hoplödas med tjocka horisontala blylister på lika afstånd sinsemellan.

Hill!!

lIjiSl W B! Bl Ii SlBi B|B| BlBl Bl .1 BrBLltaBlBiBlSlBlBBlft IlBlBIiBlBlBllSBBlBlB :ilBÄiB*rBlIlBlBlBlB!BBl|ljBBBBBiilSiBBBjBBl

Bl BB BB SlBi BlB| B| Bl

SBlSlBSlBBBbBBlBlBlBl BlIlBlBIlBfflBjBlBlBlB lillÄBlBlBlBlBlBlBBlBBilBlBlIlBlBBIlBBlBlBlBBiFAURE-SELLON-VOLCKMARS ACCUMULATOR.

149

Mellan två negativa plåtar kommer alltid en positiv plåt, så att i ett element alltid antalet negativa plåtar är ett större än antalet positiva plåtar.

Por att skydda de bredvid hvarandra varande elektroderna för direkt beröring, utkratsas några galleröppningar för de negativa plåtarne och i stället insättas kautschukremsor, hvilka utskjuta 8 å 10 mm. å ömse sidor af ytan, och mot dessa remsor tryckas de positiva plåtarne stadigt. Remsornas utträngning förhindras genom att på utsidan till de yttre plåtarne två tjocka glasskifvor anbringas, hvilka fasthållas genom

FIG. 80.

två rundt om samtliga plåtar spända kautschukband, så att alltsammans bildar ett fast helt, som insattes i kärl af glas, ebonit eller teakträ. För att lemna tillfälle åt de möjligen utfallande styckena af fyllningsmassan att samla sig på bottnen af kärlet utan att komma i beröring med plåtarne, ställas dessa på kanterna af två glasprismer eller andra underlag. Såsom vätska begagnas utspädd svafvelsyra med sp. vigten 1,15 å 1,18. Fig. 80 visar en accumulator af nu beskrifna konstruktion. Yid de nyare accumulatorerna från "Electrical Power Storage C:o" är anordningen något olika i afsigt att förstärka plåtarne och undvika fyllningens utfallande ur hålen. De ne-150

ACCUMULATORER.

gativa plåtarne ega två lotter, hvarigenom de uppehållas på några centimeters höjd från bottnen, på sätt fig. 81 antyder. Alla dessa fötter äro sinsemellan förenade med ett blyband, och dessutom förstärkas de nämnda plåtarne både vid sidan och upptill med sådana band. - De positiva plåtarne äro å ömse sidor försedda med framsprang, något under midten af höjden, och dessa uppbäras af de negativa plåtarnes sidoband, men de isoleras därifrån medelst små ebonitstycken. Sinsemellan äro de förenade med ett blyband och en grof bly-

FIG. si.

stång. Härigenom möjliggöres uttagandet af samtliga de positiva plåtarne på en gång ur ett element. De positiva och negativa plåtarne äro åtskilda genom gafflar af celluloid, som qvarhålla dem på noggrant lika afstånd. Men på de accumulatorer, som icke kunna lätt undersökas, anbringas i stället å båda sidor om de positiva plåtarne tunna blad af celluloid, genomborrade med många små hål. Elementets motstånd ökas visserligen något, men kortslutning förekommes.

Det är i fyra olika typer dessa accumulatorer utföras, benämda: L (se fig. 81) för vanliga belysningsanläggningar, C för järnbanor, T för spårvägar och V för medicinskaMODIFIKATIONER AF FAURE-SELLON-VOLCKMARS ACCUMULATOR. 151

apparater. Typen (7, som användes för belysning af bantåg, har plåtar med stor längd men liten höjd; så att elementen kunna anbringas under bänkarne.

Nedanstående tabell innehåller ett antal uppgifter öfver de förnämsta modellerna af de tre förstnämnda typerna.

Typ. Antal plåtar i ett element. 1 Syrans vigt i kilogram. Strömstyrka i ampere vid Kapacitet i ampere-timmar. Total vigt i kilogram.

laddning. urladdning. i i

L l 8,2 j 10 å 13 l å 13 130 33,5 j

15 16,8 25 å 30 l å 30 330 65,o

31 31,8 50 å 60 l å 60 660 130, o

C 15 6,5 12 å 14 l å 14 136 29, o

T 11 4,5 16 å 20 l å 20 66 16,8

23 10 38 å 42 la 50 145 35,8

95. Modifikationer af Faure-Sellon-Volckmars accumulator. - Vi anföra här några af de många olika förändringar, som blifvit vidtagna med de i näst föregående paragraf beskrifna apparater.

En af Huber införd förbättring är, att elementen slutas med ett glaslock, hvarvid de horisontala blyremsorna föras ut -vid sidan ur kärlen. Härigenom skyddas vätskan från ned fallande främmande ämnen och afdunstningen förminskas.

FIG. 82.

Barber-Starkey har uppfunnit ett medel att återställa element, som öfverdragits med hvit blysulfat genom att de länge stått oladdade i svafvelsyran, utan att lösgöra plåtarne. Han lägger för den skull soda i vätskan, t. ex. vid typen L,15 ett152

engelskt skålpund af detta salt. - Enligt en annan uppgift är en tiondedel af vätskans volym mättad sodalösning en lämplig tillsats.

"Societé fran^aise d/accumulateurs" i Paris, som i Frankrike tillverkar Faure-Sellon-Volckmars accumulatorer har infört en anmärkningsvärd af Sellon härrörande förbättring af dessa apparater, nämligen med tvillingsplåtar. Här äro två och två plåtar i närgränsande element sinsemellan förenade (se fig. 82). Beteckna med l det element, som lemnar batteriets positiva pol. Alla de positiva plåtarne i detta element äro som vanligt hoplödda med ett föreningsstycke, hvilket bildar den positiva polen. Men de negativa plåtarne i l äro icke direkt förenade sinsemellan, utan hvar för sig med de positiva plåtarne i det nästa elementet 2\ på samma sätt äro de negativa plåtarne i 2 förenade med de positiva i elementet 5, o. s. v. I det näst sista elementet äro de negativa plåtarne förenade hvar för sig med de positiva i det sista elementet, men dettas negativa plåtar äro hoplödda med ett föreningsstycke, som utgör batteriets negativa pol. De fördelar denna anordning medför äro förnämligast förmiskningen i antalet lödfogar, lätthet att transportera och anbringa plåtarne samt möjligheten att särskildt uttaga dessa för undersökning och reparation äfven under driften, hvarjämte en tillfällig kortslutning endast skadar de i beröring varande plåtarne, Vid flera af teatrarne i Paris hafva dessa accumulatorer vunnit användande.

Gadot använder vid sin stora accumulator-

fabrik i Paris dubbla plåtar (se fig. 83), så formade, att fyllningsmassan kan säkrare qvarhållas och kan gifvas större vigt i jämförelse med metallen än eljest. Sålunda kan man för l kg. plåtvigt erhålla 0,48 kg. verksamt ämne och blott 0,5 2 kg. död vigt.

96. Försök med Faure-Sellon-Volckmars accumulatorer. - Dessa hafva varit föremål för många undersökningar, och vi skola nu anföra några utaf dessa.

FIG. 83.

Vid ett i England gjort försök med ett element af typen L Ib och 50 kg. total vigt erhöllos följande resultat:

Vid laddningens slut. Vid urladdningens slut.

Strömstyrka i ampere...... 30 37

Potentialskilnad i volt..... 2,28 1588

Vätskans täthet......... 1,210 1,150

Motståndet i ohm........ 0,0012 0,0028

Ampere-timmar......... 403 367

Watt-timmar........... 919 719

Accumulatorn återgaf således vid dessa försök 91 proc. af elektricitetsmängden och 78 proc. af energien.

Vid några af KoUrauscli gjorda försök öfver accumulatorer, afsedda för drifvande af spårvagnar och af 12,5 kg. total vigt med 7 positiva och 8 negativa plåtar af 15 X 15 qvcm. yta, laddades sex element dagligen under några veckor med 20 ampere och urladdades kort efter laddningen med 21 ampere. Potentialskilnaden var vid laddningens början 2,1 volt och vid slutet nära 2,4 volt, hvarefter gasutveckling följde och laddningen afbröts efter att hafva räckt i medeltal 260 minuter. Y id urladdningens början var potentialskilnaden i den slutna ledningen 1,95 volt och sjönk till en början långsamt samt var efter några timmar 1,85 volt, men sedan hastigare och afbröts vid 1,75 volt efter 238 minuters urladdning. För laddningen hade erfordrats 89,8 ampere-timmar och 196,2 watt-timmar, för urladdningen 81,4 ampere-timmar och 153,7 watt-timmar. Man hade således återfått 90,7 proc. ampere-timmar och 78,4 proc watt-timmar. Det inre motståndet var omkring 0,0074 ohm. Kapaciteten i watt-timmar steg till 12 å 13 per kilogram af elektrodernas vigt.

Det bör emellertid anmärkas, att i England af Ayrton, Lamb m. fl. gjorda försök med E.-P.-S.-accumulatorer visa, att dessas verkningsgrad ingalunda är konstant, utan väsentligt beror på föregående laddningar och urladdningar. Om t. ex. accumulatorn alltid har, innan den urladdats, kort förut blifvit laddad, kan verkningsgraden i elektriskt arbete uppgå till 93 proc., men har apparaten efter fullständig laddning några veckor lemnats åt sig själf, kommer verkningsgraden vid de första urladdningarna efteråt icke att öfverstiga 70 proc. Äfven då undergå accumulatorerna en försämring, när man lemnar dem blott en kort tid oladdade. Det visade sig jämväl, att det för undvikande af hvit blysulfats afsättning är fördelaktigt afbryta urladdningen vid 1,85 eller ännu bättre 1,9 volt.

Beträffande det sätt, på hvilket de kemiska verkningarna i accumulatorn försiggå, äro undersökningar gjorda af Glad-154 ACCUMULATORER.

stone och Tribe, Aron, Streintz m. fl., men ännu är denna fråga ingalunda tillräckligt utredd. Enligt de förstnämnda båda forskarne skulle blysulfat under urladdningen bildas vid båda elektroderna, så att vid urladdningns slut båda skulle vara betäckta med sulfat, men att visserligen detta först inträffar vid den negativa plåten, under det att vid den positiva blyoxid till en början erhålles, som genom Svafvelsyrans inverkan förvandlas till sulfat. - Den nya laddningen skulle försiggå på det sätt, att den positiva plåten oxideras och på den negativa sulfat reduceras.

I fråga om vätet anse Gladstone och Tribe, att det blott verkar reducerande, men icke har någon andel i alstrandet af urladdningsströmmen, möjligen med undantag för de första minuterna. Arons undersökningar bekräfta väsentligen de föregående. Det visar sig, att under laddningen syrans specifika vigt ökas, men under urladdningen sjunker. Redan häraf framgår, att vid urladdningen svafvelsyra förbrukas, och detta följer äfven däraf, att samtidigt plåtarnes vigt ökas. Men bildandet af blysulfat är icke fördelaktigt utan skadligt och är en väsentlig orsak till de positiva plåtarnes sönderfallande. Ty dels utöfvar blysulfat större ledningsmotstånd och därigenom uppstår större arbetsförlust, och dels sönderdelas blysulfat icke lätt och, då tjockare lager däraf förefinnes, endast vid yttre ytan, under det att vid dess inre yta i beröring med blyet eller mönjan .en affjällning sker, så att fyllningen småningom bortfaller. Därför hafva äfven åtskilliga konstruktörer till accumulatorer försökt hindra blysulfatbildningen. Men hela denna fråga är ännu mycket dunkel.*)

Helt nyligen hafva Streintz och G. Neumann**} offentliggjort vidsträckta undersökningar öfver accumulatorernas verkningssätt. Enligt dem kan ett antal företeelser finna sin förklaring genom det absorberade vätet. Genom att bestämma den elektromotoriska kraften för olika blyföreningar funno de, att vid urladdning förvandlas den negativa plåtens yta först i sulfat, sedan delvis i superoxid och den positiva plåtens superoxid vid

ytan till sulfat. Vid laddning bortskaffas sulfat vid båda plåtarne, så att efter dess fulländning den negativa plåten

*) För att lemna begrepp om den vanligaste uppfattningen af den kemiska verksamheten i Faures accumulator meddela vi efter Salomons följande schema:

Anoden. Elektrolyten. Katoden.

Fore laddningen: Pb S04 #2 SO^ + #2 O Pb O.

Efter laddningen: Pb 02 H2 80^ + H% S0± + #2 O #2 -f Pb O.

eller Pb 02 #2 S0± + #2 SO^ + H* O Pb.

**) Annalen der Physik und Chemie, 1890, n:o 9.

bestod vid ytan af bly med absorberadt väte, den positiva af ren superoxid.

Vi skola till slut anföra några beräkningar och försök, gjorda af Crova och Garbe för att bestämma den elektriska energi, som magasinerats eller som återstår i en accumulator. De utgå därvid från följande principer: Antag att de kemiska reaktioner, som uppträda på en accumulator båda plåtar eller elektroder, inskränka sig under laddningen till förvandling af blysulfatlagret å den positiva plåten till blysuperoxid och på den negativa plåten till metalliskt bly. Vid sÖnderdelningen af l eqvivalent af bly sulfat erhålles å hvardera plåten en eqvivalent svafvelsyra. Enär blyets elektrokemiska eqvivalent är 1,0867 mgr. och Svafvelsyrans 0,51445 mgr.? kommer hvarje magasinerad Coulomb elektricitet att verka på 1,0867 mgr. bly och frigöra 1,0289 mgr. syra. I verklighet äro visserligen de i accumulatorn försiggående kemiska processerna icke fullt så enkla, som nu antagits, men för ifrågavarande bestämning är det tillfyllestgörande att göra detta antagande.

Vid försöken begagnades Faures accumulator af typen 40 ampere-timmar och där vattnet innehöll ^ af sin vigt svafvelsyra. De 40 ampére-timmarne motsvara 40 < 3,600 == 144,000 Coulomb, af hvilka 155,8 gram bly kunna reduceras på den ena och en lika stor vigt bly syrsättas till superoxid på den andra af plåtarne. Vigten af frigjord syra skulle vara 149,25 eller 3,73 gram per ampere-timme. För en laddning af 40 utaf dessa skulle således förminskningen af plåtarnes och förökningen af vätskans vigt vara omkring 150 gram. Denna mot laddningens styrka proportionella vigt är därför tullt tillräcklig att angifva huru laddningen fortgår.

För den härpå grundade praktiska bestämningen har användts dels förökningen af vätskans täthet, dels förminskningen af plåtarnes vigt. I förra fallet kan man antingen med tillhjälp af en densimeter undersöka, huru tätheten af vätskan under laddningen förändras, eller ock för samma ändamål göra bruk af ett nivårör eller af en manometer, emedan trycket är pro-portionelt mot nämnda täthet. Men man kan äfven vid bestämningen utgå från vigtförändringen hos blyplåtarne. Dessa upphängas nämligen fritt i vätskan vid ena armen af en hafstång, hvilken är försedd med en rörlig motvigt. Gifves denna stång, som kan vara af trä, en längd af l meter, kommer dess ände att under accumulatorns laddning gnnomlöpa mer än 20 cm. Man kan jämväl anordna själf registrering hos apparaten. Det ar möjligt att på detta sätt noggrant följa förloppet af såväl laddningen som urladdningen. I en följd accumulatorer, som arbeta tillsammans, vore det naturligtvis tillräckligt att en enda försåges med en dylik inrättning.

Bland de resultat, hvartill Crova och Garbe vid sådana undersökningar kommit med användande af Faures accumulator af 12 plåtar, egande 1,1 qvcrn. yta hvardera, anföra vi de följande:

När strömstyrkan under laddningen är ansenlig, t. ex. 12 ampere, förminskas hastigt plåtarnes vigt. Efter förloppet af tre timmar visar sig på deras yta gasutveckling, som likväl icke härrör af att mättning inträffat, utan denna dröjer längre, t. ex. 8 timmar, då vigten blifver minst. Vid de använda plåtarne blef den verkliga vigtsförlusten 148 gram. Ju svagare strömmen är, desto senare eger gasutvecklingen rum, t. ex. med 3 ampere först sedan laddningen blifvit fullständig. Gas-utvecklingen är skadlig, angifvande effektförlust och det verksamma lagrets försvagande.

Under urladdningen vid ett konstant motstånd inträder nästan ögonblickligt en jämn ström, hvars styrka knappast förändras, under det att en stor del af elektriciteten afgifves. Men efter en viss tid försvagas strömmen, och en andra period af urladdningen inträder, hvilken likväl icke kan praktiskt tillgodogöras och som ar olika under olika omständigheter. Så t. ex. var vid ett tillfälle strömstyrkan 8,4 ampere under tre timmar, hvarvid g af laddningen afgafs, men under 115 timmar därefter försiggick en svag urladdning af den återstående delen, g af hela laddningen. Ju svagare urladdningsströmmen är, desto längre blifver den första perioden; med en ström af 3 ampere, erhölls en konstant verkan under 15 tim-rnar och -| af hela elektricitetsmängden tillgodogjordes. Med en ännu svagare ström skulle detta ske i högre grad.

97. Skötseln af Faure-Sellon-Volckmars accumulatorer. - Vi lemna här några uppgifter rörande skötseln af nämnda apparater, förnämligast hemtade efter de bruksanvisningar tillverkarne lemnat.

Uppställningen. Elementen ställas på trähyllor, öfverdragna med schellack eller asfaltfernissa, paraffin etc. Raderna af dem anbringas bredvid eller öfver hvarandra, på så sätt att elementens undersökning lätt kan försiggå. Begagnas glaskärl, böra de stå i särskilda tråg. Afståndet mellan elementen bör vara 25 mm. och mellan trågen 12 rnm. Por att erhålla fullkomlig isolering kan man ställa trågen på fyra isolatorer, sådana fig. 84 visar. De utgöras af två koppar, af hvilka den undre fylles med tungt petroleum. I trågen lägges fin sågspån, så att glas-

FIG. 84.SKÖTSELN AF FAURE-SELLON-YOLCKMARS ACCUMULATORER. 157

kärlen kunna uppbäras jämnt. Elementen böra icke utsättas tör direkt solljus.

Fyllningen. Denna får icke ske, innan allt är i ordning för laddningen. Svafvelsyran bör vara fri från sådana föroreningar som arsenik, salpetersyra eller saltsyra och utspädas med rent vatten till 1,18 sp. vigt (vid 15° temperatur). Men denna täthet bör vara olika för olika typer och stundom användes svagare syra, ända till sp. vigten 1,14. Vätskan hälles till någon höjd öfver plåtarne.

Laddningen. Härför användes vanligen en dynamo-maskin, helst en shunt-dynamo (se nästa kapitel); sällan gör man för detta ändamål bruk af staplar. De positiva bruna plåtarne förenas med maskinens positiva pol och de negativa grå plåtarne med den negativa polen. Elementen böra härvid vara förenade i följd, men om kapaciteten hos de särskilda elementen är otillräcklig, kunna två eller flera serier förenas i bredd genom hopkoppling vid ändarne. Det bör emellertid så anordnas, att strömstyrkan må kunna särskildt bestämmas i hvarje serie utan att strömmen af bry tes. Man räknar 2,5 volt elektromotorisk kraft hos maskinen för hvarje element i serien. Strömstyrkan blifver vid pass 0,75 ampere per kilogram af plåtens yigt*). Laddningen bör fortsättas till dess vätskan får mjölkaktigt utseende och liflig gasutveckling eger rum. Man får icke låta den förut afstanna, men den kan utan synnerlig skada eller fördel fortsättas längre. Specifika vigten bör efter laddningen vara minst 1,19, men ofta är den högre. Under de första tolf timmarne från laddningens början får dynamo-maskinen icke stanna. Yisar det sig, att under arbetstimmarne tid icke finnes för elementens fullständiga laddning, så att vätskan icke hinner blifva mjölkaktig, är maskinen för svag. Innan elementen införas i ledningen, bör dynamo-maskinen erhålla sin fulla hastighet, och innan maskinen stannar, bör föreningen med accumu-latorerna afbrytas. - För att förhindra de mot slutet af laddningen bortgående gasbubblorna att medföra vätskedroppar har man antingen gjort bruk af en betäckning med glasskifvor eller ock af ett paraffinlager. Eör detta ändamål hälles först på ytan ett 2 å 3 cm. högt lager varmt vatten och sedan med en järnsked smält paraffin. Efter stelningen bildas vid sidan med ett Upphettadt järnrör ett litet hål och något af vätskan bortskaffas för att lemna gasen tillfälle bortgå. Äfven petroleum kan begagnas för samma ändamål.

Urladdningen motsvarar vanligen en strömstyrka af l till 2 ampere per kilogram af plåtarnes vigt. Den bör aldrig drifvas

*) Det uppgifves ock vid pass 4 ampere per positiv plåt af I/-typen (se p. 151).158 ACCUMULATORER.

längre, när den elektromotoriska kraften nedgått till 1,85 volt, ty då äro de negativa plåtarne betäckta med ett lätt reducer-bart svart skikte, hvilket vid fortsatt urladdning blifver hvitt och med svårighet kan reduceras. Specifika vigten sjunker proportionelt mot den afgifna elektricitetsmängden och närmar sig det värde den egde före

laddningen. - Accumulatorn bör skyndsamt laddas, sedan urladdningen blifvit verkstäld (jämför § 96).

Strömbrytare. Man bör vid ett accumulatorbatteri göra bruk af såväl en vanlig strömbrytare, genom hvilken man för hand kan afbryta strömmen, som af en automatisk apparat, hvarmed under laddningen strömmen atbrytes, om maskinens hastighet blifver för långsam och således den elektromotoriska kraften för svag, samt åter sluta den, när hastigheten erhåller sitt normala värde. Vi återkomma härtill i fråga om accumulatorernas användande för elektrisk belysning.

Mätinstrument er. För att under laddning och urladdning kunna undersöka accumulatorerna har man åtskilliga specielt för detta ändamål konstruerade instrumenter. Sålunda användes densimeter för uppmätning af vätskans täthet. Vanligen utgöres den af en glasareomcter, hvars utvidgade del är platt, så alt den kan simma mellan plåtarne. Man har också ebonit-areometrar, hvars öfre del blott tjenar såsom visare, under det att skalan är uppdragen på en vertikal stång, som är fastsatt vid accumulatorn med undre änden i beröring med vätskeytan. Man får tid efter annan tillsätta vatten för att ersätta hvad som gått förloradt genom afdunstning. Vätskan får före mätningen omröras, bäst med inblåsning af luft, så att tätheten blifver lika öfver allt. Äfven har temperaturen inflytande på resultatet.

De särskilda elementens potentialskilnad bör ofta undersökas för att man må öfvertyga sig, att icke något fel vid dem förefinnes. Man gör därvid numera bruk af en särskild voltmeter, som angifver potentialskilnaden i tiondedelar af volt blott mellan O och 2,5 volt.

Polernas läge och således strömmens riktning kan bestämmas på sätt i § 39' blifvit antydt. Beqvämast är dock bär att göra bruk af den kemiska verkan, som på ett fuktadt reaktionspapper*) utöfvas, då man af färgen, som genom strömmen uppstår, kan sluta till polernas läge.

98. Tudors accumulatorer. - Af stor praktisk betydelse är ett accumulatorsystem, som härrör af bröderna Tudor och hvilket i stor skala tillämpas af Siemens & Halske i Ber-

*) T. ex. Wilkes reaktionspapper, där en fuktad remsa sättes i förbindelse med båda polerna på det sätt, att remsan lägges på ett bräde och båda poltrådarnes ändar få beröra henne på något afstånd från hvarandra, då vid - poltråden remsan erhåller röd färg.

lin, hvilken firma är den förnämste delegaren i Muller & Ein-becks i Hagen (Westfalen) befintliga fabrik för accumulatorer. En förening af Plantés och Faures förfaringssätt är här användt vid prepareringen. Det uppgifves, att de positiva och negativa plåtarne tillverkas på samma sätt och blott åtskilja sig genom tjockleken, i det att de förra äro vid pass dubbelt så' tjocka som de senare. Båda äro försedda med horisontala refflor, som dock komina tätare vid de negativa än vid de positiva plåtarne, symmetriskt å ömse sidor. Plåtarne äro gjutna och icke valsade. Refflorna äro fylda med mönja, men icke på en gång, utan successivt, så att först ett tunt skikte påföres och efter Plantés metod förvandlas till superoxid. Genom upprepande häraf erhålles ett fullkomligt jämnt aktivt material. Prepareringen är visserligen långsam, men däremot erhålles mycket varaktiga plåtar. Tillverkarne garantera ock tio års varaktighet. Det framgår jämväl af de försök W. Kohlrausck under flera år anstalt med Tudors accumulatorer, att dessa ega en ovanligt hög grad af hållbarhet. De undersökta elementen egde 4 positiva och 5 negativa plåtar, vägande tillsammans 13,6 kg. Kärlen upptogo 3,4 liter svafvelsyra med sp. vigt 1,115. De förnämsta resultaten af försöken innehållas i följande tabell, hvarvid bör anmärkas, att mellan laddning och urladdning 22 timmar vanligen förflutit:

	Laddning.	Urladdning.
Strömstyrkan i ampere..........	5,0	6,5
Potentialskilnad i volt...........	2,15	1,88
Volt-ampére-timmar...........	109,0	90,0
Antal timmar...............	10,16	7,35

Vätskans sp. vigt vid slutet........ 1,147 1,115

Inre motstånd i ohm........... 0,015 0,020

Häraf följer en kapacitet per kilogram plåtvigt för urladdningen af 3,5 ampéretimmar och 6,6 volt-ampére-timmar. Verkningsgraden är 94 proc. ampere-timmar och* 82,4 proc. volt-ampére-timmar.

Af stort intresse äro försöken öfver dessa accumulatorers varaktighet. Det visade sig, att man kunde göra bruk af ansenligt starkare såväl laddnings- som urladdningsström än den normala, utan att accumulatorerna skadades. Sålunda försöktes med 50, ja t. o. m. 90 ampere, ufan att plåtarne på något sätt ledo skada. Eedan vid nästa försök, som gjordes under normala förhållanden, visade sig samma verkningsgrad som förut. Äfven när elementen under fyra dagar urladdades ända till 0,2 volt, uppstod icke någon väsentlig förminskning i verkningsgraden vid nästa vanliga urladdningsförsök.

Af Kopps nyligen anstälda försök med Tudors accumulator iramgår äfven, att verkningsgraden visserligen är mycket hög,160

FIG. 85.

nämligen 92,6 proc. af elektricitetsmängden och 83,7 proc. af elektriska arbetet, men att däremot laddningskapaciteten per kg. plåtvigt är ganska liten, så att denna accumulator blifver

mycket tung, 171,2 kg. per hästkraft-timme, hvarför den icke passar annat än till stationära anläggningar.

Beträffande detaljerna vid Tudors accumulator, *) framgå de af de i fig. 85 lemnade afbildningar, hvilka visa apparaten i en vertikal och en horisontal genomskärning. Ett glaskärl upptager plåtarne, hvilka uppbäras af två vertikala glasskifvor, så att deras undre kanter komma tämligen högt öfver kärlets botten. Glasskifvorna hvila nedtill på trälister och på deras öfre kanter hvila framskjutande delar af plåtarne. Dessa hållas åtskilda på lika afstånd genom vertikala glasrör af 10 till 14 mm. diameter allt efter apparatens storlek. Två eller tre rader af sådana rör begagnas. Eör att hålla de negativa slutplåtarne på bestämdt afstånd från glaskärlets väggar, äro trälister anbragta mellan dem, men för att utjämna spänningen finnes halfringar af gummi mellan träet och glaset. Såsom vanligt äro positiva och negativa plåtar stälda omvexlande. De yttersta plåtarne äro blott refflade på den inåt vända ytan. Genom blylister förenas de positiva plåtarne sinsemellan och de negativa sinsemellan, äfvensom

*) Vid e^tt Tekniska Högskolan tillhörigt nytt accumulatorbatteri af Tudors system ega de fyra elementen 5 positiva och 6 negativa plåtar, hvarvid båda de yttersta plåtarne äro negativa. Plåtarnes höjd är 19,6 och bredd 16 cm., tjockleken hos de positiva (bruna) plåtarne 9 mm. och hos de negativa (Ijtisgula) plåtarne 5 mm. Afståndet mellan plåtarne är vid pass l cm. Antalet refflor per centimeter af de positiva plåtarne är 5| och af de positiva 7. Laddningskapaciteten uppgifves till 100 ampere-timmar. Laddningen verkställes vid 12 ampere. Vid första laddningen erfordrades 237 ampere-timmar, innan gasutveckling egde rum, men vätskans täthet steg icke härunder, utan sjönk något. Potentialskilnaden steg från 1,45 till 2 volt. - Den normala urladdningen bör här icke gerna öfverstiga 15-ampere.CORRENS ACCUMULATOR. 161

elementen med hvarandra, hvarvid högst 10 ampere per qvinna, medgifves. Lödningen sker med rent bly vid vätgaslåga.

Elementen tillverkas af 35 olika nummer, de minsta med 7 och de största med 330 ampere laddningsström.

Vid laddningen användes svafvelsyra af 17° Beaumé (sp. vigt 1,1326), som är utspädd med rent regnvatten eller destil-leradt vatten. Under laddningen stiger tätheten från 17° till 20-21° Beaumé (sp. vigt 1,1598-I,i69i). När tätheten icke längre växer, och de positiva plåtarne blifvit mörkbruna, börjar vid de negativa plåtarne en stark gasutveckling, hvarjämte potentialskilnaden stiger till 2,6 volt per element i medeltal. Detta är i allmänhet tecken till slutad laddning. Men under inga omständigheter är den första laddningen att anse som afslutad, förr än en tillväxt af tätheten icke mer inträder under 4 å 5 timmars laddning. Har gasutvecklingen under laddningen börjat,

måste man sorgfälligt iakttaga, huruvida kortslutning finnes, hvilket kan föranledas af blydroppar, som nedfallit under lödningen. De element, som lida af detta fel, visa ringa eller ingen gasutveckling. Felet undanrödjes genom att föra ett smalt trästycke utefter rummet mellan plåtarne. - Sedan laddningen fulländats på anfördt sätt, kan man undersöka kapaciteten, hvilket sker genom urladdning ända till 1,85 volt per element, hvarvid en wattmeter användes (se § 50). Man kan då tillika undersöka verkningsgraden genom jämförelse af antalet Coulomb och watt vid urladdning och ny laddning.

Vid hvarje ny laddning bör man fortsätta denna till dess stark gasutveckling eger rum. Under de första fjorton dagarne bör under två timmar öfverladdning ske hvarje gång accumu-latorerna laddas. Besigtning af samtliga elementen bör ega rum åtminstone hvar åttonde dag. På det att vätskans afdunstning må inskränkas så mycket som möjligt, äro alla elementen betäckta med glasskifvor. Ersättningen är till en början rent vatten och sedan svafvelsyrehaltigt vatten af 3 till 6° Beaumé (sp. vigt 1,0211-1,0431). Dessa accumulatorer böra icke stå mer än två dagar oladdade, och efter två månader bör ny laddning ske, äfven om ström ej uttagits. Elementen äro stälda i träträg med mycket fint glaspulver.

Eör Öfrigt äro flera af de regler, som vi i § 97 meddelat, äfven tillämpliga vid skötseln af Tudors accumulatorer, ehuru dessa visserligen äro mindre Ömtåliga än de förut beskrifna.

99. Correns accumulatorer. - En annan modifikation af Faures accumulatorsystem är uppfunnen af den tyske ingeniören Correns. Den förtjenar uppmärksamhet genom sinnrik anordning för plåtarnes skydd, så att dessa blifva särdeles var- # aktiga, hvarför tillverkaren, "Berliner Accumulatorer Werke", *

ikläder sig garanti för icke mindre än tolf år. De nya accu-mulatorerna ega jämförelsevis lätta men dock fasta gallerfor-miga plåtar af en Julien-metallen*) liknande legering, hvilken icke angripes af syran äfven vid starkaste ström. Därjämte är gallret så beskaffadt, att hela fyllningsmassan bildar en sammanhängande skifva, hvilket genomdrages af gallret liksom med ett nät, så att öppningarna utåt koniskt afsmalna. Dessa accumulatorer skola därför vara i stånd att uthärda de hastigaste laddningar och urladdningar utan skada. Gallrets anordning medgifver, att fyllningsmassan fast inpressas med maskinkraft, hvarigenom hennes delvisa utfallande nära nog omöjliggöres.

FIG. 86.

FIG. 87.

Fig. 86 visar gallrets konstruktion, sedt framifrån och I horisontal genomskärning. Fig. 87 lemnar begrepp om plå-tarnes utseende efter fyllningen.

En vigtig egenskap hos dessa accumulatorer är, att vid de tillfällen, då en stark ström blott för en kort tid erfordras, de medgifva en mindre och därför billigare anläggning, emedan de bättre än andra uthärda en hastig urladdning. Detta är i synnerhet af betydelse, när ett accumulatorbatteri skall tjena såsom

*) Se härom § 102.

reserv till en anläggning af dynamo-maskiner för elektrisk belysning, i hvilket fall accumulatorerna böra vara i stånd att lemna en sju till åtta gånger så stark ström som den normala. Detsamma gäller för accumulatorernas tillämpning vid elektriska lokomotiv. Äfven kunna de länge bibehålla den en gång mottagna laddningen, emedan fyllningen utgöres af ett enda sammanhängande stycke, så att skadliga lokala strömmar undvikas. Potentialskilnaden blifver af samma orsak jämn under urladdningen. En reglering däraf erfordras blott de första tio minuterna, under hvilken tid den sjunker från 2 volt till 1,9 volt och sedermera vid vanlig gräns för urladdningen till 1,85 volt. - Vätskan utgöres af utspädd svafvelsyra med 1,15 sp. vigt.

Accumulatorerna förfärdigas för 3, 5, 6 och 10 timmars urladdning, hvardera med 26 olika typer, motsvarande

för den längsta urladdnings tid en gränserna 50 och 1850 ampere-timmar. Vid en mindre centralstation för elektrisk belysning i Berlin, där de varit i verksamhet flera månader och där vi sett dem använda, lemnades dem goda vitsord.

Vid Telegrafverkets station i Stockholm finnes ett Correns accumulatorbatteri af nyaste konstruktion. Elementens anordning är här till det yttre temligen lika Tudor-elementens, men med åtskilliga förändringar På glaskärlets botten finnes en träram, där två motstående sidor uppbära vertikala glasskifvor, vid hvilka plåtarne äro upphängda, likasom vid de nyssnämnda elementen. Från midten af de två andra smalare sidorna af ramen äro ståndare af trä uppsatta, som fasthålla de yttersta plåtarne. Mellan dessa äro vid midten glasrör och å båda sidor i närheten af glaskärlet med asfaltfernissa öfverdragna trästänger anbragta. Glasrören fasthållas i sitt läge genom smala glasremsor, stälda på kant öfver plåtarne och fästa med byglar af bly vid nyssnämnda träståndare. Plåtarne äro upptill försedda med uppskjutande böjda blyremsor, vid hvilka stänger af bly äro fastlödda för strömmens ledning till nästa element. Batteriet är afsedt för 30 ampere urladdning, men torde kunna lemna ända till 200 ampere för en kort tid.

1OO. Farbakys och Scheneks accumulatorer.-En

modfikation af Faures accumulator har blifvit införd af Far-baky och Schenek i Schemnitz. Den nya anordningen har liksom den nyss beskrifna gjutna galler eller genombrutna plåtar af bly. De negativa plåtarne, hvilkas tjocklek är 6 till 8 mm., fyllas med en blandning af 95 vigtsdelar pulvriserad blyglete (blyoxid) och 5 delar pimpsten i form af korn med l å l ^ mm. diameter, hvarvid sistnämnda tillsats har för ändamål att öka massans porositet. 10 å 12 kg. af denna blandning försättes med utspädd svafvelsyra och inpressas i blygallrets öppningar.164 ACCUMULATORER.

De positiva plåtarnes tjocklek är 10 till 12 mm. och de fyllas med en blandning af 95 delar blyglete, 95 delar mönja och 10 delar koks i form af korn med l å Ii mm. diameter. Ändamålet med kokstillsatsen skall vara att göra massan mera ledande, men på samma gång lättare genomtränglig för den utspädda svafvelsyran. De fylda plåtarne slås hårdt med en mässingsskifva, behandlas med utspädd svafvelsyra samt torkas, och detta förfaringssätt upprepas flera gånger innan den elektriska strömmen får verka på accumulatorn.*)

Vigten af de tomma blyplåtarne och vigten af massan, som fyller de qvadratiska öppningarna däri, äro ungefär lika stora. Vätskan är äfven här utspädd svafvelsyra, men med 30 proc. halt, och dess volym är ungefär lika stor som volymen af de fylda plåtarne. För hvarje ampere-timme skulle afgifvas 2,24 gr. J32 80^. Urladdningen bör dock icke fortsättas längre än till svafvelsyrehalten 15 proc. och laddningen icke längre än till början de gasutveckling. Förmågan att magasinera elektricitet beräknas till 15 ampere-timmar för hvarje kilogram af plåtarnes vigt.

I Wien är en ganska omfattande pröfning af de nya apparaterna gjord af v. WaUenJiofen. Vid en försöksserie laddades och urladdades 26 stora accumulatorer (med 7 positiva och 8 negativa plåtar af 55 x 30 qvcm.). För laddningen erfordrades 10^ timmar och 1,119 ampere-timmar samt 65,090 volt-ampére-timmar. Vid urladdningen, som fortgick 6 -| timmar tills den ofvan anförda sänkningen i svafvelsyrehalten inträdde, erhölls 1,027 ampere-timmar och 51,238 volt-ampére-timmar. Verkningsgraden var således 91,75 proc. i elektricitetsmängd och 78,71 proc. i elektriskt arbete. Potentialskilnaden var till en början 51,4 och sjönk slutligen till 47,3 volt hos hela batteriet. En laddad accumulators elektromotoriska kraft var 2,08 volt. Dess motstånd var vanligen mindre än 0,0o l ohm.

De nu beskrifna accumulatorerna utmärka sig så väl genom stor förmåga att magasinera elektriciteten som genom varaktighet. De positiva plåtarnes gallerstänger hafva 144, de negativa 64 qvmm. tvärskärning, Några af dem, nämligen den mellersta horisontala och två vertikala äro ännu gröfre, hvilket äfven är händelsen med gallerramen i närheten af föreningsstängerna.

1O1. Reynier-Simmens accumulatorer. - Dessa äro af flera olika slag och vi anföra dem såsom exempel för att visa, huru man på helt annat sätt än Faure sökt lösa problemet

*) Se närmare häröfver: Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, n:o 779.KEYNIER-SIMMENS ACCUMULATORER.

165

n

om accumulatorers konstruktion. Fig. 88 visar en af dem, för hvilken Plantés sekundära stapel ligger till grund. Denna accumulator har tre olika elektroder, hvardera bestående af ett långt och tunt blyblad, som är veckad t och vid öfre änden fastlödt uti en mässingsmontering, hvilken är fastsatt vid ett tvärstycke af paraffinerade trä. Den mellersta elektroden P är positiv, de båda yttre N, N negativa, och dessa sistnämnda äro förenade sinsemellan ofvanom glaskärlet, som innehåller det svafvelsyrehaltiga vattnet. Åccumulatorns vigt är vid pass 12 kg.

Yid en annan accumulator, hvars utseende temligen liknar den nu beskrifna, är den mellersta elektroden formad af ett veckadt bly blad, som är prepareradt efter Plantés förfaringssätt, men de båda yttersta elektroderna äro släta blyblad, förkopprade genom sönderdelning af den i glaskärlet varande svafvelsyrehaltiga kop-parsulfatlösningen. Dess vigt är 7 kg.

En tredje accumulator har zinksulfatlos-ning i stället för koppar-sulfatlösning.

Alla tre accumula-torerna hafva samma laddningskapacitet, vid pass 125,000 Coulomb efter tusen timmars pre-parering. Den elektromotoriska kraften är likväl olika för dem, nämligen 2 volt för den först beskrifna, 1,7 för koppar- och 2,3 volt för zink-accumulatorn. Samtliga de nu beskrifna apparaterna äro af sedda att arbeta med en temligen ringa strömstyrka, t. ex. 10 ampere, men de kunna ock länge bibehålla sig oförändrade. Inre motståndet är omkring 0,04 ohm.

Reynier har för tekniska ändamål konstruerat en annan zinkaccumulator med ett större antal elektroder, såsom fig. 89 visar i en femtedel af verkliga» storleken. Apparaten omslutes

F£». 88.166 ACCUMULATOKEK.

af två trälådor med ett isolerande mellanlag af mastix. De fyra positiva och tre negativa elektroderna uppbäras af tvärstycken, som omedelbart hvila på kanterna af lådorna och,bilda tillhopa ett slags lock. Anordningen är för öfrigt lika som förut beskrifvits, så att de positiva elektroderna äro veckade blyblad och de negativa släta bly blad samt vätskan zinksulfat-lösning. Den elektromotoriska kraften uppgifves här vara 2,3 7 volt, inre motståndet 0,02 ohm, strömstyrkan vid laddning 5 å

Fm. so.

10 ampere och vid urladdning 25 ampere samt laddningskapaciteten 550,000 Coulomb äfvensom totala vigten 17,2 kg.

Genom de af Reynier gjorda studier öfver accumulatorerna har han blifvit förd till följande vilkor för att dessa apparater skola erhålla en stor laddningsförmåga och kunna motstå ett mycket stort antal efter hvarandra följande laddningar och urladdningar: de ämnen, hvarmed fyllningen sker, böra utbredas i lager med ringa tjocklek och hafva med de ledande stöden mycket vidsträckta kontaktytor, hvarjämte dessa stödKEYNIER-SIMMENS ACCUMULATORER.

167

böra ega en viss grad af böjlighet för att kunna följa de rörelser, som vid laddningen och urladdningen uppkomma. Fig 90 visar huru blyelektroderna för den skull af nämnde elektriker anordnas. Det tunna blybladet vikes till en början tredubbelt efter längden, så att en slags fåll erhålles upptill och nedtill, hvarefter den transversella vikningen verkställes.

En annan form af elektroderna är senare införd af Reynier och Simmen. Härvid användes i stället för blyblad trådar af bly. Por att tillverka sådana trådar af alla dimensioner har man låtit det smälta blyet rinna i ett förut uppvärmdt kärl, hvars botten är försedd med öppningar af passande storlek och form.

FIG 90.

FIG. 91.

Strålen af blyet rinner därigenom och stelnar plötsligt i ett kärl med vatten, bildande trådar med ojämn yta. Dessa skulle för andra ändamål vara föga lämpliga, men däremot uppgifvas de vara särdeles passande för accumulatorplåtars bildande. Under mikroskopet visa de sig sammansatta af en följd stelnade blydroppar. En knippa dylika trådar pressas till en plåt (se fig. 91), som eger tillräcklig styrka, men likväl är genom-tränglig för vätskan. Prepareringen sker jämförelsevis hastigt, laddningsförmågan blifver stor och plåten god ledare för elektriciteten. Ju gröfre tråd man använder, desto varaktigare blifver plåten, hvaremot laddningsförmågan växer, när tråden tages finare. För de negativa plåtarne är 0,3 mm. och för de positiva 0,6 mm. diameter hos tråden antagen. En ram af bly omsluter tråden. Dessutom meddelas följande uppgifter:

Plåtens bredd............... 140 mm.

» höjd............... 245 »

» tjocklek............. 4 »

» hela vigt .... 1,300 gram.

(däraf väger tråden)...... 700 »

Laddningsförmåga hos ett par.......72,000 Coulomb.

Reyniers zinkaccumulatorer hafva användts i Hotel de Ville i Paris för att reglera strömmen från de dynamo-maskiner, som lemna elektricitet till den stora belysningsanläggningen därstädes.

IO2. Några andra accumulatorer. - Utom de redan anförda accumulatorkonstruktionerna gifves det många andra, af hvilka vi skola i korthet anföra några, som äro af intresse i tekniskt eller vetenskapligt hänseende.

Juliens accumulator*) torde vara den första, vid hvilken i stället för rent bly användes en legering, bestående af 96 vigtsdelar bly, 3 delar antimon och l del qvicksilfver. Flera andra tillverkare af accumulatorer hafva sedermera användt denna eller liknande legeringar, t. ex. 96 delar bly och 4 delar antimon. Härigenom blifver ramen hårdare och hållbarare. Ramen är gallerformad och så anordnad, att lyllningsmassan utan svårighet kan däri anbringas men ändå icke lätt utfaller. Glaskärlen äro vid bottnen försedda ined två klotsar, på hvilka plåtarne ställas, så att de komma på någon höjd från bottnen. Plåtarne äro skilda från hvarandra genom mellanstycken af ebonit eller porslin eller genom kautschukringar, som omgifva dem. - Juliens accumulator, som tillverkas af "Societé 1'Elec-trique" i Briissel, utmärker sig för stor laddningskapacitet i förhållande till vigten. Sålunda fann Kopp vid försök häröfver 54,1 kg. vigt per hästkraft-timme, motsvarande 11,3 ampere-timmar och 22,4 watt-timmar per kg. plåtvigt. Verkningsgraden var då 90,9 proc. af elektricitetsmängden och 80,2 proc. af det elektriska arbetet. Denna accumulator har därför ock funnit användande vid elektriska spårvägar.

Elwell-Parkers accumulator har blyelektroder, hvilka äro genomborrade med många hål och spiralformigt upplindade samt därefter under 24 timmar legat i en blandning af utspädd svafvelsyra och salpetersyra eller ättiksyra.

Oerlikon-accumulatorn med gelatin ös elektrolyt är af särskildt intresse genom dess lämplighet för belysning af järnbantåg. Vi skola beskrifva en härför använd typ. Ett element innehåller 11 positiva och 12 negativa plåtar af 14,5 X 14,8 qvcm. yta och 3 mm. tjocklek, anbragta i en ebonitlåda på

*) Se Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, n:o 1108.

nära l cm. afstånd sinsemellan. Plåtarnes vigt är 12 kg. och hela elementets vigt 18 kg. Elektrolyten utgöres af 3 volymdelar svafvelsyra med sp. vigt 1,1 och l till 3 volymdelar natronsilikat med sp. vigt 1,2. Blandningen gjutes i formar och lemnas någon tid stående, hvarefter den stelnade massan skäres i skifvor af erforderlig tjocklek och anbringas mellan plåtarne. Tid efter annan fuktas den gelatinösa massan med vatten. Accumulatorns motstånd

varierade mellan 0,003 och 0,01 ohm. Dess kapacitet i ampere-timmar var 94,4 och i watt-timmar 177,1, motsvarande 83,8 proc. och 72,4 proc. af elektricitetsmängden och elektriska arbetet, som vid laddningen upptagits. Urladdningen fortsattes till 1,8 volt. Accumulatorns vigt per hästkraft-timme var 75,1 kg.

Recken^aun har konstruerat accumulatorer af olika anordning. Vi anföra en nyare form, vid hvilken plåtarne äro bildade af cylindrar af blyoxid med 4,7 mm. diameter och 28 mm. längd, anbragta med axlarna parallela, på något mer än 6 mm. afstånd från hvarandra och fastgjutna i en blyskifva vid pass 3 mm. tjock, så att cylindrarne framskjuta å ömse sidor därom. Plåten får således en stor verksam yta.

1O3. Inflytande af svafvelsyrehalten i en accumulator. - Innan vi lemna accumulatorerna skola vi taga i betraktande det inflytande halten af svafvelsyra utöfvar på en accumulators verksamhet. Planté använder 10 proc. svafvelsyra i vattnet till sitt sekundära element (se § 92), men vid de nyare accumulatorerna har man ofta gjort bruk af 15 till 25 procent. Nyligen har Heim anställt försök i ändamål att bestämma den syrehalt, som gifver fördelaktigaste resultat.

Yid dessa försök användes en Tudors accumulator med tjocka plåtar och en sådan med tunna plåtar af E. P. S. tillverkning (se § 94). Dessa accumulatorers beskaffenhet framgår af följande tabell:

Tudors element. E. P. S. element.

Positiva plåtar........3\ " 4\

Negativa » ....4) af 190 X 160 mm. J af 172 X 115 mm.

Verksam yta......... 1,820 qvcm. 1,580 qvcm.

Laddningsström....... 7,5 ampere 7,5 ampere

Urladdningsström...... 8,25 » 8,25 »

Syrehalten fick vid försöken variera med 5 proc. från 10 till 35 proc. Eör hvarje syrehalt gjordes en serie laddningar och urladdningar. Man bestämde elektromotorisk kraft, laddningskapacitet, verkningsgrad o. s. v.170 ACCUMULATORER.

Följande tabeller innehålla de förnämsta resultaten af dessa undersökningar.

Tudors accumulator.

Sp. vigt hos vätskan vid 15° 1,069 1,097 1,134 1,172 1,222 1,261

Halt af #2 S04 i proc. . 10,1 13,9 18,7 23,7 29,9 34,6

Elektromotorisk kraft i volt vid urladdningens början......... 1,980 1,998 2,027 2,065 2,109 2,145

Potentialskilnad i volt.. 1,923 1,945 1,967 2,004 2,047 2,085

Kapacitet i ampere-timmar 47,4 53,8 53,4 49,5 42,1 32,8

Elektrisk energi i watttimmar 88,8 102,2 102,9 97,2 84,5 67,3

Verkningsgrad i qvantitet i proc..........93,0 96,9 97,6 96,5 90,6 87,5

Dito i energi i proc. . . 83,2 87,8 87,6 87,6 81,4 79,8

Vätskans sp. vigt vid 15°

efter laddningen 1,109 1,140 1,176 1,208 1,252 1,285

£ P. S, accumulator.

Sp. vigt hos vätskan vid 15°

1,069 1,101 1,139 1,175 1,225

Halt af #2 S0± i proc.......10,1 14,4 19,4 24,1 30,2

Elektromotorisk kraft i volt vid

urladdningens början...... 1,980 2,001 2,025 2,065 2,104

Potentialskilnad i volt....... 1,916 1,936 1,960 1,993 2,035

Kapacitet i ampere-timmar 46,2 50,7 43,7 37,1 28,5

Elektrisk energi i watt-timmar . . 86,0 96,0 84,0 72,9 56,8 Vätskans sp. vigt vid 15° efter

laddningen........... 1,113 1,146 1,179 1,207 1,249

Det synes häraf, att den elektromotoriska kraften växer med sp. vigten hos vätskan, att kapaciteten får sitt maximum vid 14 å 16 proc. syrehalt samt verkningsgraden vid 14 å 19 proc. syrehalt. Äfven visade det sig, att en starkare koncentrerad syra alstrar en stor mängd blysulfat, hvarigenom accumulatorernas kapacitet förminskas.

1O4. Uppmätning af accumulatorernas inre motstånd» - Man kan härvid använda samma metoder, som vi i andra kapitlet beskrifvit i fråga om staplars inre motstånd (§ 62), men emedan accumulatorernas motstånd vanligen är mycket ringa, gör man oftast bruk af särskilda medel, af hvilka vi nu skola anföra ett par af de enklare.

Antag först, att man har till sitt förfogande en voltmeter, som medgifver särdeles noggrann uppmätning af potentialer, t. ex. torsionsgalvanometern (se § 43). Man kan då genom att sluta accumu-lator-batteriet med galva-nometern omedelbart bestämma dess elektromotoriska kraft E. Sedermera införes en shunt med motståndet M± i ledningen {se fig. 92), och man bestämmer med galvanome-tern potentialskilnaden P mellan dess ändar. Beteckna I, IL och 12 styrkan hos hufvudströmmen och dess grenar samt Jf2 motståndet i motståndslådan M och galvano-metern G samt m motståndet i accumulatorbatteriet med led-ningstrådarne till M19 har man

TT TT -*- T -"-

E

l

m n-r---

Häraf följer

E -P

m ..

Men då 7lf2 är mycket stor i jämförelse med M1 kan med tillräcklig noggrannhet sättas

E - pvr m= -p-M±.

Om man har en tillförlitlig ampéremeter införd jämte motståndet Jf±, så att strömstyrkan I± med noggrannhet uppmätes, kan m äfven beräknas ur formeln

_E - P m- ^ .

Ett annat äfven mycket enkelt sätt för motståndets bestämning är med Munros metod, hvilken schematiskt angifves af fiff. 93. Accumulatorbatteriet sättes i förbindelse med en kon-

FIG. 92.

FIG. 93.

deasator K, en galvanometer G, ett motstånd M samt två nycklar l och 2. Om nyckeln 2 är öppen, laddas kondensatorn K genom hela den elektromotoriska kraften E hos accumulatorbatteriet, när nyckeln l nedtryckes. K laddas ge-

nom en ögonblicklig ström r som är proportionel mot E, hvarvid erhålles ett utslag fx. å gal vanometern. Om därefter äfven 2 nedtryckes, urladdas K genom potentialskilnaden E - P mellan batteriets poler, förutsatt att motståndet i ledningstråden är utan inflytande. Man erhåller ett mindre utslag a' än förut. Man har nu

äfvensom strömstyrkan i motståndet M

E P

/=

M M

Häraf följer

af

m-.

a - a

-. . M.

Ex. Vid ett försök med 4 Tudors accumulatorer i följd användes tor-sionsgalvanometer och en shunt jämte en ampere-meter, på sätt fig. 92 antyder. Man erhöll E=7,S volt, P =5, 8 volt och I1 = 8,8 ampere, hvaraf följer

~ 8,8

= 0,2273 ohm.

Drages härifrån motståndet 0,1500 ohm hos ledningen, finner man 0,0773 såsom de fyra accumulatorernas motstånd, eller för hvardera 0,0193 ohm.

Ex. Vid ett försök med en E. P. S. accumulator gjorde man bruk af en kondensator af 0,5 mikrofarad samt W. Thomsons spegelgalvanometer enligt Munros metod. De båda utslagen blefvo 48 och 3 mm. vid 0,057 ohms motstånd. Häraf beräknas

g m = 75 -- x . 0,057 = 0,0038 ohm.

48 - 3

1O5. Laddning af galvaniska staplar. - I sammanhang med hvad vi anfört rörande accumulatorer vilja vi

gjpå sätt ojch vis laddar batteriet (jämför § 70).hj Yi skjola för den skull exempelvihs redogöra för en till-lämpningghi g ingegjhniöhfr A. Även. gEör drifvande afghj hj, hjhvardera å 180 Leclanchés element, kopplade fyra i bredd och 45 i följd. Den elektromotoriska kraften är omkringhj gända till 40 gånger i minuten, blifver det snart iitarbetadt, så att redan efter 11 å 3 månad den elektromotoriska kraften nedgått till omkring 45 volt. Dessutom kan det inträffa, att kortslutning eger rum, hvarefter batteriet hastigt förstöres. Efter en sådan händelse egde batteriet blott 35 volt elektromotorisk kraft. Tör att återställa detsamma fördes strömmen från en dynamomaskin med 110 volt utan inkoppladt motstånd under 5 timmars tid därigenom. De å zinken afsätta kristallerna hade då lemnat plats för ett lager af lösa zinkpartiklar, hvaremot kolet och brunstenen icke företedde någon förändring. Efter laddningens slut erhölls en elektromotorisk kraft af icke mindre än 80 volt, hvilken dock efter tvenne timmar nedgick till 65 volt, utan att batteriet arbetade. Sedan sattes detta i verksamhet, då elektromotoriska kraften efter en veckas tid sjunkit till 45 volt, hvilken är den lägsta, vid hvilken batteriet kan arbeta. De aflagrade zinkpartiklarne hade småningom fallit ned på bottnen af glaskärlen. Efter förnyad laddning under 21 timme samt med en 16 ljus glödlampa såsom extra motstånd för laddningsströmmen, erhölls 55 volt med en laddningsstyrka af 65 volt, hvarefter batteriet arbetade 10 dagar, innan dess styrka nedgick till 45 volt.

Vid ett annat försök med ett dylikt lika stort batteri af element med nya zinkstänger och ny lösning, men för öfrigt gammalt, var den elektromotoriska kraften till en början 60 volt, men denna sjönk snart till 45 volt. Efter tre

timmars laddning med dynamomaskinen och samma motstånd som vid det sist nämnda försöket, erhölls 65 volt. Efter 19 dagars arbete återstod ännu 52 volt.

Det följer af hvad nu blifvit anfördt, att man äfven vid vanliga galvaniska staplar genom laddning kan återställa den ursprungliga elektromotoriska kraften, om stapeln är genom kortslutning skadad, naturligtvis under förutsättning att zinken icke alldeles förbrukats.

1O6. Äldre termo-elektriska staplar. - Vid de

äldre termo-elektriska staplarne, där blott en svag ström kunde erhållas, gjorde man bruk af antimon- och vismutstänger, hvilkas anordning förtydligas af fig. 94. Om a är en antimonstång, är den vid ena änden hoplödd med en vismut-stång o. s. v., ända till den sista &, som är af vismut. Om nu a och 6 förenas med en ledning, t. ex. en koppartråd, och den venstra sidan af antimon-vismut-kedjan uppvärmes, under det att den andras temperatur är oförändrad, alstras en ström, hvilken går i riktning från & till a. Likaså om den högra sidan afkyles, och den venstra hålles vid konstant temperatur. Däremot går strömmen i riktning från a till 6, om den venstra sidan afkyles eller den högra uppvärmes. Flera sådana kedjor kunna förenas med hvarandra för att öka stapelns verksamhet.

När fråga är om konstruktionen af termo-elektriska apparater, vid hvilka en synnerligt stor känslighet är behöflig, såsom vid flera vetenskapliga och äfven tekniska undersökningar öfver strålande värmet är händelsen, bör man så mycket som möjligt förminska stapelns massa, och detta i synnerhet genom att förminska elementens tvärskäringsarea *). För sådana ändamål äro vismut och en legering af vismut med A tenn särdeles lämpliga. Med en sådan stapel undersökte Éosse det värme månen strålar till jordytan. - Det bör äfven nämnas, att Sec-querel med fördel ersatt vismut och antimon vid den vanliga termo-elektriska stapeln för undersökning öfver det strålande värmet med två legeringar, den ena bestående af 10 delar vismut och l del antimon samt den andra af lika eqvivalenter kadmium och antimon jämte ^ vismut.

Det förhållandet, att man medelst legeringar kan erhålla en kraftig termo-elektrisk effekt, har vid flera tillfallen blifvit lagdt till grund för konstruktionen af starka staplar. Vi skola omnämna ännu ett par af de äldre apparaterna af detta slag. Vid Marcus stapel är den ena legeringen bildad af nickel, koppar och zink, den andra af antimon, zink och vismut. Upphettningen sker med Bunsens brännare.

Farmers stapel är inrättad på analogt sätt. Legeringarna äro här sammansatta, den elektropositiva af 10 delar koppar, 6 zink och 6 nickel och den elektronegativa af 12 delar antimon, 5 zink och l vismut. Stängerna skrufvas tillhopa. Deras undre fogar upphettas med gaslågor, och de öfre afkylas med en ström af kallt vatten.

*) Se häröfver en afhandling af earlen af Rosse, »Philosophical Maga-zine». Vol. XL, 4:de Serien, p. 369.

FIG. 94.

1O7, Noé*s termo-elektriska stapel. - Denna är en af de bästa bland dessa apparater. Man gör här bruk af nysilfver samt en legering af antimon och zink. Vid de fogar, som skola upphettas, äro de särskilda stängerna hoplödda, utan någon annan metalls mellankomst. Elementen äro anbragta horisontalt i radiel riktning i afseende å hvarandra, så att de upphettade fogarne äro vända åt medelpunkten, och de kalla fogarne utgöra omkretsen.

FIG. 95.

P Fig. 95 visar anordningen af en Noes stapel i två afdelningar, hvardera med 20 element och med en Bunsens" gasbrännare. Por 60 element skulle man således behöfva tre afdelningar och tre brännare. Fig. 96 visar i detalj huru de särskilda elementen äro beskaffade, och synas däri två element i dessas verkliga storlek. De små stängerna eller rättare trådarne af nysilfver ingå med sina ändar uti små kapslar c af mässing, hvilka tjäna till gjutformar, hvari den andra legeringen gjutes. Titi kapslarne ingå äfven små kopparstänger r, hvilka på samma sätt fastgjutas. Värmet ledes från gaslågan genom kopparstängerna, hvilkas ändar ligga i en liten cirkel mellan

två glimmerblad, till de fogar, som skola upphettas. Genom att sålunda verkställa upphettningen medelst ledning förhindras den att blifva för stark, hvilket skulle kunna åstadkomma legeringarnas smältning. Eör att hindra värmeförlust, omgifvas

koppartrådarne med små iso-lerande ror, hvilka i fig. 96 äro betecknade med t.

På det att den uppkommande strömmen må erhålla största möjliga styrka, är det af vigt att den icke upphettade fogen hålles vid en temligen låg temperatur. Por att detta skall kunna blifva händelsen, oaktadt den ständiga värmeledningen från den varma inåt vända fogen, bör den utåt vända afkylas, hvilket här sker på det sätt, att antimon-zinklegeringen är fastlödd vid en kopparplåt, som på samma sätt är förenad med nästa elements nysilfverträd. Kopparplåten är böjd i cylindrisk form, och den erhåller en stor yta, hvarigenom dess afsvalning påskyndas, i synnerhet därför, att luft får tillfälle att uppstiga i det sålunda bildade kopparrörets inre. Dessa rör stå upprätt vid apparatens omkrets på ett bottenbräde. De horisontalt och radielt liggande metallstängerna uppbäras af rören likasom af pelare på sätt af fig. 95 synes.

För att erhålla den största möjliga effekt hos Eoes stapel, böra de upphettade fogarne erhålla en temperatur ganska nära legeringens smältpunkt. Men emedan fara för öfverhettning uppstår, när man vill erhålla maximi-effekten, är en särskild säkerhetsapparat anordnad, hvilken synes af fig. 95. Den utgör en regulator, hvarmed lysgasens tryck efter behof afpassas. En glasflaska, innehållande vatten och sluten med en kork, står på stapelns bottenbräde. I henne inmynna två rör, af hvilket det ena J?, J5 är en förgrening af gasens tilloppsrör och går ända till flaskans botten; det andra röret H mynnar ofvanom vattenytan i flaskan. Genom det sistnämnda röret aflägsnas den gas, som utvecklas i flaskan, och ledes framför mynningen till en helt smal förgrening af gasröret, där den förbrinner genom en liten låga I, som ständigt hålles brinnande. Om det tryck, för hvilket apparaten är afsedd, öfver-skrides, bortgår en del af gasen i bubblor uti flaskan, uppstiger genom vattnet och strömmar vid G ut ur röret H och förbrinner. Man bör naturligtvis undvika att låta gasen utströmma i rummet utan att antända densamma. På nu angifvet sätt verkar apparaten likasom en säkerhetsventil, men någon förlust i värme måste ock till följe däraf uppkomma.

FIG. 96.CLAMONDS TERMO-ELEKTRISKA STAPLAR.

FIG. 97.

Den största verkan Noes stapel kan lemna motsvarar ^ å J volt elektromotorisk kraft per element, men enär samtliga elementen icke komma att fullkomligt lika starkt upphettas, får man i medeltal icke påräkna mer än y1^; det inre motståndet är då -£Q ohm per element. En stapel af 40 element, såsom fig. 95 visar, har således en elektromotorisk kraft af 2,5 volt och ett inre motstånd af l ohm.

Redan efter ett par minuter sedan gaslågan påtändts kan stapeln vara i full verksamhet, och denna kan hastigt afbrytas genom kranens stängning. Det förtjänar äfven omnämnas, att denna stapel bibehåller sig oförändrad, hvilket icke är händelsen med de förut beskrifna termo-elektriska staplarne, enär vid dessa genom fortfarande upphettning det inre ledningsmotståndet växer.

1O8. Clamonds termo-elektriska staplar. - Flera sådana apparater med betydande verkningsförmåga äro konstruerade af Glamond. Vi skola anföra de förnämsta af dem.

Fig. 97 visar i planritning Clamonds stapel, sådan den vid flera tillfällen blifvit använd, särdeles för galvanoplastisk utfällning. Metallerna äro här järn samt en legering af antimon och zink. Stapeln innehåller 50 element, anordnade i 5 horisontala lager, hvartdera med 10 i radiel riktning anbragta element. B, JB äro antimon-zinkstängerna, hvilka såväl vid yttre som inre ändarne äro förenade med järnbleckstycken L, L, böjda i spetsig vinkel för att underlätta deras utvidgning genom värmet. Ett sådant järnblecksstycke går från den ena stångens yttre ände till den nästa stångens inre ände. De båda polerna äro å figuren angifna med -f och -. Lagren äro åtskilda från hvarandra medelst asbest, och de kunna sättas i förbindelse antingen så, att den uppkommande strömmen erhåller stor qvantitet eller hög tension. I förra fallet går den samtidigt genom de särskilda lagren, i det

senare genomlöper den det ena lagret efter det andra. Upphettningen sker medelst lysgas, hvilken, blandad med luft, strömmar genom ett rör A af eldfast lera, hvilket har en mängd fina hål vid sidorna, så att ett antal små gaslågor brinna omkring hela den inre ytan af

stapeln. Gasens inströmning i röret regleras medelst en vanligregulator. För öfrigt skyddas stapelns inre del genom asbest.

Vid de nyare apparaterna af detta slag erhålles ända till 0,07 om järn och 0,08 volt, om nickel användes, för ettelement.

Sammansättningen af den för elementen använda antimon-zinklegeringen är af stort inflytande på stapelns verksamhet. Den största tensionen erhålles om eqvivalenta mängder af de båda metallerna användas; men om man i stället behöfver stor qvantitet elektricitet är det fördelaktigt att något modifiera denna sammansättning, hvilket just är händelsen med de af Clamond för galvaniskt bruk utförda staplarna.

Vid andra af Clamonds staplar, afsedda för erhållande af stark ström, och med hvilka till och med elektriskt ljus kunnat framställas, användes stenkol eller kåks för upphettningen. Stapeln utgöres i detta fall af en följd s. k. kedjor, anordnade omkring eldstaden och hvilkas inåtvända sida upphettas. En sådan kedja innehåller 50 element, sammansatta af antimon-zinklegering samt järn. Legeringen gjutes i form af stänger med 3 cm. längd och bredd samt 2 cm. tjocklek, och järnet användes i form af tunt bleck, som utskäres i rektangulära stycken men med utstående remsor åt två motstående sidor. Dessa remsor kringvridas i skrufform. En kedjas tillverkning sker på det sätt, att i en särskild gjutform anbringas de nyssnämnda utskurna järnblecken, sedan deras rektangulära del om-gifvits med asbest, hvarefter legeringen gjutes i formen. De 50 elementen tillverkas sålunda på en gång, i det att de skruf-formiga remsorna fastgjutas i legeringen, och kedjan kommer på detta sätt att innehålla en följd af stänger, hvilka genom järnblecksstyckena stå i förbindelse med hvarandra. Kedjorna anbringas vertikalt och bilda tillhopa en cylinder, hvars inre del upphettas och yttre del afkyles. Hela stapeln är ständ öfver en murad ugn, inrättad på vanligt sätt med rost, eldstad och askrum. Förbränningsprodukterna uppstiga från eldstaden genom en vertikal gjutjärnsledning, som står midt i apparaten, samt nedsjunka genom ett antal eldkanlaer, som omgifva nämnda ledning, för att åter uppstiga genom andra kanaler utomkring de förra och slutligen utgå genom skorstenen. Elementen upphettas icke omedelbart af de varma gaserna, utan värmet upptages först af en samlare af gjutjärn, hvarifrån det föres genom ledning till elementens inre yta. För att åter bibehålla den yttre ytan vid så låg temperatur som möjligt, användes en spri-dare, hvilken utgöres af ett antal kopparbleck, anbragta rundt om stapeln, så att den afsvalnande ytan förstoras. På detta sätt kommer temperaturen hos de yttre fogarne icke att Öfverstiga 80°.GULCHERS TERMO-ELEKTRISKA STAPEL.

Yid en sådan stapel af 3,000 element, fördelade i 60 kedjor med 50 element i hvardera, åtgick 9 å 10 kilogram kåks per timme. Två Serrins elektriska lampor kunde därmed underhållas. Men någon praktisk betydelse eger icke denna till-lämpning af den termo-elektriska stapeln.

1O9. (xiilchers termo-elektriska stapel. - Bland de nyaste apparaterna af detta slag förtjänar den af Gulcher konstruerade stapeln att anföras. Den utmärker sig i synnerhet genom sin hållbarhet, hvilket ådagalagts bland annat genom ett prof, då den under 8 månader dag och natt användes för laddning af accumulatorer, utan att dess elektromotoriska kraft förändrades. Fig 98 visar en sådan stapel med 50 element i

FIG. 98.

^ af naturliga storleken. Elementen äro här bildade af små tunna rör af kemiskt ren nickel, fästa upprättstående i två rader i en horisontal skiffer platta, samt cylindriska stänger af en antimonhaltig legering, hvars sammansättning i öfrigt hålles hemlig. Skifferplattan bildar locket till en därunder varande gasledning af U-

formig tvärskärning, och genom däri varande öppningar förenas nickelrören med ledningarna, till hvilka genom en gummislang gas tillföres. Denna strömmar in i ledningen och genom nickelrören samt genom späckstensbrännare, fast-skrufvade vid deras öfre ändar. De sålunde erhållna små gaslågorna uppvärma de omedelbart däröfver varande föreningsstyckena till elektroderna. Dessa stycken äro cirkelformiga mässingsskifvor, som på ena sidan äro förenade med nickelrören och på andra sidan med de ofvannämnda stängerna. Yid dessa äro vinkelformiga förlängningar anbragta, hvilkas ändar äro hoplödda med långa kopparremsor, som fasthållas genom inskärningar i skifferplattans kanter och tjäna till af-

kylning af de icke upphettade fogarne och till elementens förening sinsemellan. För sistnämnda ändamål är hvarje kopparremsa medelst en fastlödd kort tråd förenad med foten af det till nästa element hörande nickelröret.

Upperiborn har anställt försök med Gulchers nu beskrifna stapel. Redan 11 minuter efter gaslågornas tandning hade största elektromotoriska kraften uppnåtts, men den sjönk kort därefter och höll sig sedermera konstant 3,6 volt, motsvarande en gasförbrukning af vid pass 250 liter per timme. Inre motståndet var då omkring 0,46 ohm. Gasförbrukningen per watttimme var 30,4 liter, när inre och yttre motstånden voro lika. Detta är mera, än hvad man i allmänhet kan erhålla med termoelektriska staplar. För jämförelses skull må nämnas, att vid en gasmotor, som drifver en dynamomaskin, erfordras under gynsamma förhållanden blott l liter per watt-timme.

11O. Vilkor för hög verkningsgrad yid termoelektriska staplar. - Oaktadt många försök att förbättra de termo-elektriska staplarne, så att de med fördel skulle kunna användas för tekniska ändamål äfven vid de tillfällen, när en betydande effekt erfordras, har man icke hunnit långt i detta hänseende, såsom ock framgår af nyss lemnade uppgifter. Någon gång använder man dem för galvanoplastiska arbeten, för helt små elektromotorer, sådana som inom tandläkareyrket begagnas, å fysiska och kemiska laboratorier och dylikt, där blott en ringa effekt tages i anspråk och där man således icke- behöfver fästa synnerligt afseende vid den större eller mindre verkningsgraden hos apparaten. Men man kan med skäl fråga, huruvida icke någon möjlighet förefinnes att konstruera termoelektriska staplar, som på ekonomiskt sätt tillgodogjorde värmet vid den direkta förvandling till elektricitet, som vid dem försiggår, så att man kunde tillämpa samma metod äfven vid elektricitetens användande i stor skala. Vi skola nu anföra några undersökningar, som belysa denna fråga och gifva en antydan om orsaken till den ringa effekt, man med de termo-elektriska apparaterna hittills erhållit.

En bekant engelsk fysiker, lord Rayleigh, har meddelat British Association resultaten af sina forskningar, angående den verkan man kan erhålla med termo-elektriska staplar. Af hans undersökningar framgår, att orsaken till den ringa effekten vid dessa apparater förnämligast är att värmet lätt genom ledning öfverföres från de varma till de kalla fogytorna. Genom beräkning har Hayleigh funnit, att förhållandet mellan den elektriska energi, som stapeln frambringar, och den värmemängd, som genom ledning går förlorad, icke beror af de absoluta värdena å de termo-elektriska elementstängernas tvärskärning och

ej heller på ledningsförmågorna för värme och elektricitet, utan endast på förhållandet mellan de sistnämnda. I följd häraf blifver verkningsgraden oberoende af stängernas längd samt till och med af temperaturskilnaden mellan fogarne, men växer i samma mån den elektriska ledningsförmågan är stor i jämförelse med stängernas förmåga att leda värme. Den mängd elektricitet, som på tidens enhet sättes i rörelse, förökas genom att förminska stängernas längd samt till en viss gräns föröka deras tvärskärnings area.

Vid tillämpningen af de utvecklade formlerna till järn-ny silfver-elementet samt vid jämförelse mellan den elektriska energi, som häraf erhålles, och det mekaniska arbete, som en fullkomlig värmemotor skulle kunna åstadkomma, då den arbetar mellan samma temperaturgränser, befans det, att den elektriska apparaten skulle erfordra 300 gånger så mycket värme som motorn för samma kraftutveckling. Det synes häraf så väl, att den termo-elektriska apparaten är mycket ofullkomlig i fråga om värmets tillgodogörande som ock, att det finnes föga utsigter för, att den må någonsin kunna med fördel ersätta den af en motor drifna dynamomaskiner Äfven hvad vi ofvan anfört rörande GKilchers stapel bekräftar detta. För att vinna ett fördelaktigt resultat vid de termo-

elektriska staplarne måste man kunna använda ämnen, hvilkas förmåga att leda värmet och elektriciteten förändras i olika förhållande, när temperaturen stiger, i enlighet med hvad ofvan anfördes, och härför äro Utsigterna icke stora.

Vi vilja i samband härmed omnämna, att L. Lorens vid sina omfattande undersökningar öfver metallernas förmåga att leda värme och elektricitet funnit, att om den betecknas med W och E hos samma kropp vid den absoluta temperaturen T, d. v. s. vid den på vanligt sätt efter Celsii skala räknade temperaturen plus 273°, så är

w_hT

där Ji är en konstant.

För flertalet metaller och legeringar, som Lorenz undersökte, .fann han i medeltal

^100 TPo 1 -rr^-- -rr =1,3 7 O,

där index angifver temperaturen, hvilket uttryck nära nog öfverensstämmer med ofvanstående formel.Fjärde kapitlet.

Dynamo-maskiner för likriktad ström.

111. Olika sätt att medelst mekaniskt arbete frambringa elektriska strömmar. - Vi hafva redan (§ 14) antydt af huru stor betydelse uppfinningen af de maskiner är, med hvilkas tillhjälp man kan förvandla mekaniskt arbete till elektricitet. I själfva verket är det detta sätt, som nu företrädesvis begagnas för att vid elektricitetens vigtigaste tillämpningar inom industrien alstra elektriska strömmar, sålunda för galvanoplastisk utfällning, för elektrisk belysning, för öfverförande af drifkraft på stora afstånd och någon gång äfven för elektrisk telegrafi.

De första maskiner af i fråga varande slag, som man konstruerat, voro försedda med magneter af stål och således med permanent magnetism. Det var år 1832, som en dylik maskin först uppfans af Pixii i Paris, och sedermera äro en mängd andra förbättrade konstruktioner med stålmagneter utförda. Man brukar kalla dem magneto-elektriska maskiner. Men år 1867 funno W. Siemens och Wheatstone att man utan användande af stålmagneter kan vinna samma resultat, och därefter har man företrädesvis gjort bruk af elektromagneter och således med tillfällig magnetism. Dessa maskiner benämnas vanligen dynamo-elektriska maskiner. Äfven af dem gifves det numera ett stort antal olika konstruktioner.

Det var likväl först genom Grammes uppfinningar år 1870, som dessa maskiner erhöllo sin fulla betydelse. Under de tjugu år, som sedan dess förflutit, har konstruktionen af dynamomaskiner erhållit en hög grad af fulländning.

De dynamo-elektriska maskinerna eller, såsom de ofta kortare benämnas, dynamo-maskinerna, eller till och med blott dynamos, kunna indelas i olika klasser allt efter deras anordning och verkningssätt. Sålunda kan man indela dem i maskiner, som lemna likriktade eller konstanta strömmar, alltid gående i en och samma riktning, samt i maskiner med vexelströmmar eller alternerande strömmar, där en fortfarande omkastning i de alstrade strömmarnes riktning eger rum. I de flesta fall begagnar man numera de förstnämnda maskinerna, och de sistnämnda komma endast undantagsvis till användande. Fjärde kapitlet.

Dynamo-maskiner för likriktad ström.

111. Olika sätt att medelst mekaniskt arbete frambringa elektriska strömmar. - Vi hafva redan (§ 14) antydt af huru stor betydelse uppfinningen af de maskiner är, med hvilkas tillhjälp man kan förvandla mekaniskt arbete till elektricitet. I själfva verket är det detta sätt, som nu företrädesvis begagnas för att vid elektricitetens vigtigaste tillämpningar inom industrien alstra elektriska strömmar, sålunda för galvanoplastisk utfällning, för elektrisk belysning, för öfverförande af drifkraft på stora afstånd och någon gång äfven för elektrisk telegrafi.

De första maskiner af i fråga varande slag, som man konstruerat, voro försedda med magneter af stål och således med permanent magnetism. Det var år 1832, som en dylik maskin först uppfans af Pixii i Paris, och sedermera äro en mängd andra förbättrade konstruktioner med stålmagneter utförda. Man brukar kalla dem magneto-

elektriska maskiner. Men år 1867 funno W. Siemens och Wheatstone att man utan användande af stålmagneter kan vinna samma resultat, och därefter har man företrädesvis gjort bruk af elektromagneter och således med tillfällig magnetism. Dessa maskiner benämnas vanligen dynamo-elektriska maskiner. Äfven af dem gifves det numera ett stort antal olika konstruktioner.

Det var likväl först genom Grammes uppfinningar år 1870, som dessa maskiner erhöllo sin fulla betydelse. Under de tjugu år, som sedan dess förflutit, har konstruktionen af dynamomaskiner erhållit en hög grad af fulländning.

De dynamo-elektriska maskinerna eller, såsom de ofta kortare benämnas, dynamo-maskinerna, eller till och med blott dynamos, kunna indelas i olika klasser allt efter deras anordning och verkningssätt. Sålunda kan man indela dem i maskiner, som lemna likriktade eller konstanta strömmar, alltid gående i en och samma riktning, samt i maskiner med vexelströmmar eller alternerande strömmar, där en fortfarande omkastning i de alstrade strömmarnes riktning eger rum. I de flesta fall begagnar man numera de förstnämnda maskinerna, och de sistnämnda komma endast undantagsvis till användande.

Dock hafva maskiner med vexelströmmar, hvilka äro de äldsta .och före Grammes uppfinning de nästan uteslutande förekommande, ånyo upptagits de allra sista åren för drifvande af s. k. transformatorer eller sekundära generatorer, ett slags induktionsapparater för elektrisk belysning på stort afstånd från dynamomaskiner

Vi skola i detta och nästa kapitel taga i betraktande maskinerna för likriktad ström, hvilkas anordning och verkningssätt är enklare än vexelström-maskinernas.

Några egenskaper hos elektromagneterna. -

Innan vi öfvergå till en närmare redogörelse för de maskiner, med hvilkas tillhjälp mekaniskt arbete förvandlas till elektricitet, skola vi anföra de egenskaper hos elektromagneterna, som äro af största vigt för konstruktionen af nämnda maskiner.

Om vi antaga en elektromagnet sammansatt af en rätlinig .eller böjd stång af mjukt järn, hvilken är omlindad med koppartråd, öfverspunnen med silke eller på annat sätt isolerad, så uppkommer, när en elektrisk ström kretsar i tråden, magnetism hos järnet, hvilken, om icke helt och hållet dock till större delen försvinner, när strömmen af bry tes. Om, såsom fallet vanligen är, stången är längre än rullen af koppartråd, uppstå poler i de lager af järnet, som äro strax utanför rullens ändar. Magnetismen utbreder sig äfven utanför dessa och den är kraftigare åt den sidan, vid hvilken stången sträcker sig längst utom rullen.

Sydpolen uppkommer på den sida, där strömmen kretsar kring järnstången i samma riktning, som visarne kringlöpa på ett ur. Fig. 99 visar huru på grund .däraf polerna äro belägna vid en hästskoformigt böjd elektromagnet.

Är järnet så mjukt som möjligt, ~så är äfven dess koercitiva kraft ringa; det antager då lättast och afgifver fullständigast magnetismen. Järnet bör då vara möjligast rent

samt efter den mekaniska bearbetningen flera gånger upphettas och få långsamt afsvalna. Detta oaktadt qvarstår nästan alltid någon koercitiv kraft, så att hos järnet qvarblifver efter strömmens upphörande remanent magnetism. Antag t. ex. att en Mstskoformig elektromagnet har ett s. k. ankare, ett järnstycke, som attraheras af de båda polerna och hvilket belastas med en vigt, högst en tredjedel af den, elektromagneten kan bära vid den gifna strömstyrkan. När strömmen afbrytes, faller icke .ankaret, utan fortfar att uppbäras af elektromagneten, hvilket visar att en icke ringa magnetism qvarblifver hos denna. Lösrycker man ankaret, upphör visserligen större delen af den

FIG. 99.

remanenta magnetismen, men i alla fall qvarblifver något af denna och så mycket mera ju längre tid ankaret varit

i beröring med elektromagnetcn. Den remanenta magnetismen är,, såsom vi något längre fram skola finna, af nytta vid de dynamo-elektriska maskinerna, men i de flesta andra fall åstadkommer den ganska stora olägenheter. Man kan förminska dess inflytande genom att anbringa mellan ankaret och elektromagneten ett tunt blad af trä, elfenben, papper o. s. v. eller små ställ-skrufvar af koppar. Ett annat sätt att förminska en järnstångs förmåga att bibehålla magnetismen uppgifves vara genom att starkt upphetta henne i lågan till en spritlampa, under det att en elektrisk ström genomgår en kring stången i skrufform lindad koppartråd, hvars särskilda hvarf isoleras genom gummilacka, hvilken kan isoleras tillfyllestgörande, oaktadt den kommer r smältning. En knippa af järntråd förlorar hastigare vid strömmens upphörande sin magnetism, än hvad förhållandet är med en massiv järnstång, och man använder äfven vid flera tillfällen en dylik anordning. Det bör äfven anmärkas, att om koppartråden upplindas på en hylsa af något ämne, som är ledande för elektriciteten, t. ex. koppar eller zink, så fördröjes magnetismens upphörande. Man begagnar därför till hylsa för trådrullen trä, papp, tyg eller annat icke ledande ämne.

Beträffande de särskilda omständigheter, som utöfva inflytande på styrkan af den uppkommande magnetismen, äro de dels strömmens styrka, dels trådrullens beskaffenhet, dels järnkärnans-dimensionor och beskaffenhet i öfrigt och slutligen det använda ankarets dimensioner och form. Magnetismens styrka växer med strömmens intill en viss gräns, då mättningstillståndet uppnås. När detta skett, erhålles icke någon starkare magnetism vid strömstyrkans ytterligare; förökande. Hvarfvens diameter är utan inflytande på magnetismen, så framt järnkärnans ändar framskjuta tämligen mycket från trådrullen. I annat fall äro de hvarf af rullen, som ega mindre diameter, verksammare än de med större diameter. Vidare växer magnetismens styrka med antalet hvarf. Den växer äfven intill en viss gräns med längden hos en rätlinig elektromagnet eller hos en hästskoformig magnet, där blott ena polen får verka. Men när båda magne^ tiseras, är längden hos en hästskoformig magnets ben utan inflytande. Hvad åter angår diametern hos jernkärnan, så växer elektromagnetens styrka därmed; men det är åtminstone lör svagare strömmar icke nödvändigt att cylindern är massiv, utan den kan vara rörformig och likväl lemna samma effekt. Enligt du Moncel borde for den skull rörgodsets tjocklek vara åtminstone lika med J af cylinderns radie. Ankaret utöfvar icke ringa inflytande på elektromagneten. Denna verkar kraftigare, om ankarets bredare sidoyta vändes mot polerna, än om; d&n

smalare sidan ligger emot dessa, och man erhåller maximum af effekt, när tjockleken är vid pass en tredjedel af bredden. Den kraft, hvarmed elektroinagneten qvarhåller sitt ankare, ökas intill en viss gräns med dettas massa. Enligt du Moncel skulle denna gräns just vara uppnådd, då ankarets och järnkärnans vigter äro lika stora.

En trådspiral, genom hvilken en ström går, förhåller sig som en magnet och får sydpolen åt den sidan, där strömmen kretsar åt samma håll som visarne på ett ur. Ampere har på grund däraf uppställt den teori för magnetismen, att den uppstår genom elektriska strömmar, kretsande i järnets molekyler och hvilka utöfva tillhopa samma verkan som en följd parallela ledare eller en s. k. solenoid.

113. Olika former hos elektromagneterna. - Allt efter det särskilda ändamål en elektromagnet har att uppfylla, gifver man den en därför lämpad form. I de flesta fall är den rätlinig eller böjd såsom en hästsko, men äfven flera andra former förekomma. Beträffande de hästskoformiga magneterna må anmärkas, att de antingen bildas af en enda järnstång eller skifva eller ock af två kortare stänger eller skifvor med ett föreningsstycke af järn. I senare fallet blifver likväl ej magnetismen så stark, som om järnkärnan är i ett stycke. Längden af de särskilda benen till elektromagneten är vanligen 3 till 4 gånger diametern och kortaste afståndet mellan dem 1,5 till 2 gånger diametern. Såsom af näst föregående paragraf framgår, bör alltid järnkärnan vara något förlängd utanför trådrullen.

Man har äfven försökt att konstruera elektromagneter med stor effekt på det sätt, att ett antal koncentriska järnrör med mellanrum för koppartråden användts i stället for den massiva järnkärnan*). Koppartrådan upplindas emellan de särskilda rören och ständigt i samma riktning. Samtliga rören äro med ena änden anbragta på en järnskifva, hvilken sammanhåller dem.

En af NicJdés konstruerad elektromagnet utgöres af en kort cylinder af mjukt järn med stor diameter och två vid

ändarne anbragta järnskifvor med ännu större diameter. En öfverspunnen koppartråd är upplindad i mellanrummet mellan båda skifvorna, på samma sätt som tråden på en vanlig trådrulle. När strömmen genomgår koppartråden, blifver järnet magnetiskt, och starkast vid skifvornas omkrets. Man kan på detta sätt åstadkomma ett magnetiskt hjulverk, om man nämligen anbringar elektromagneten på en axel och låter järnskifvornas omkrets

*) Se härom: »Journal de Physique, T. IV, p. 238 äfvensom du Moncel »Applications d'élcctricité», T. V, p. 849.

beröra omkretsen af ett på motsvarande sätt formadt järnhjul, som äfven är fäst på en axel. När elektromagneten kringvrides, medföljer genom adhesionen däremellan och järnhjulet äfven det sistnämnda, och man kan sålunda öfverföra en rotationsrörelse med tillhjelp af elektromagnetismen. Man har äfven föreslagit att göra bruk af denna för att förstärka den adhesion, som eger rum mellan ett lokomotivs hjul och järnskenorna, hvarpå det framgår.

Vid de magneto- och dynamo-elektriska maskinerna äfvensom vid åtskilliga för särskilda tillämpningar af elektriciteten afsedda apparater gör man bruk af flera egendomliga former af elektromagneterna. Yi återkomma därtill längre fram.

114. Den magnetiserande kraften yid en elektromagnet. - Såsom vi af det föregående funnit, växer för en

FIG. 100.

och samma elektromagnet magnetismens styrka intill en viss gräns med såväl antalet trådhvarf som med strömstyrkan. Man benämner produkten af dessa båda, hvilka hvar för sig utöfva lika inflytande, för den magnetiserande kraften. Intill en viss gräns, ungefär motsvarande half mättning, växer den magnetiska intensiteten hos magnetpolen och således det magnetiska momentet hos magneten (jämför § 20) nära nog proportionelt mot den magnetiserade kraften och således vid samma elektromagnet proportionelt mot strömstyrkan. Men detta är blott approximativt riktigt. I den mån järnets magnetism växer, blifver det mindre mottagligt vid ytterligare magnetisering. Man kan genom ett enkelt försök utan svårighet ådagalägga detta. Fig. 100 visar en anordning, som har begagnats för detta ändamål. Elektromagneten M anbringas med axeln vinkelrät mot den magnetiska meridianen. Öster eller vester om M i jämnhöjd därmed anbringas en magnetometer, d. v. s. en liten magnet-

nål m, upphängd så, att dess afvikningsvinkel med noggrannhet kan afläsas, t. ex. med tub, spegel och skala (§ 35, p. 38). Det magnetiska momentet är proportionelt mot tangenten for afvikningsvinkeln. Strömstyrkan afpassas med tillhjelp af reostaten _R och bestämmes med galvanometern G. Resultatet kan grafiskt angifvas på sätt fig. 101 antyder. Afsätter man i ett rätvinkligt koordinatsystem abscissor, proportionella mot ström-styrkan (eller den magnetiserande kraften) och ordinater mot det magnetiska momentet, erhåller man en kurva af den form A visar, hvilken till en början är nära rätlinig, antydande att moment och strömstyrka äro mot hvarandra proportionella, men som sedermera böjes konkavt mot abcissaxeln. Men det erhållna

Fm. 101.

resultatet beror af två skilda orsaker: järnkärnans och magne-tiseringsspiralens inflytande. För att skilja dem åt kan man, efter järnkärnans aflägsnande särskildt bestämma den verkan spiralen ensam åstadkommer vid samma strömstyrka som förut. På figuren motsvaras detta af den räta linien B, hvilken bildar en blott liten vinkel mot abcissaxeln, emedan spiralens verkan är ringa i jämförelse med järnkärnans, och som är rät därför att strömmens magnetiserande inflytande är noggrant proportionelt mot strömstyrkan. Järnkärnans verkan bestämmes genom att en kurva C konstrueras, hvars ordinater ci erhållas däraf, att ci = ah, och således genom att man afsätter ac = bi. I kurvan C är stigningen till en början stor, men från en viss

gräns blifver den nära parallel med abcissaxeln. Man kan äfven direkt erhålla kurvan C, om man inför mellan magneto-metern och elektromagneten en trådspiral, af lika stor verkan med den sistnämndas spiral, hvarigenom dennas inflytande på magnetometern motväges.

Den nu omtalade undersökningsmetoden är likväl icke användbar för de nära slutna elektromagneter man vid dynamomaskiner begagnar. Man kan då göra bruk af en på induk-tionen beroende metod, som består däruti, att en liten trådspiral, som genom en ledning står i förbindelse med en på afstånd varande galvanometer, är upplindad på något lämpligt ställe öfver en del af elektromagneten. Mr denna spiral hastigt aflägsnas från det magnetiska fältet, uppstår en ögonblicklig induktionsström, proportionel mot antalet magnetiska kraftlinier, som genomgå spiralen. Till följd häraf utgör galvanometerns första utslag ett mått på den magnetiserande kraften. Denna

FIG. 102.

metod har I. Hopkinson användt vid de undersökningar öfver dynamo-maskiner, hvartill vi längre fram återkomma. Af dessas resultat vilja vi redan nu omnämna, att den kurva, som uttrycker sambandet mellan den magnetiserande kraften och den utvecklade magnetismen, icke blifver fullt densamma vid aftagande och tilltagande strömstyrka. Vid aftagande ström blifver nämligen magnetismen starkare än vid stigande ström under för öfrigt samma förhållanden. Detta inträffar äfven vid det mjukaste svenska järn.

Man kan äfven på annat sätt genom induktionsstrommar verkställa den i fråga varande undersökningen, och detta angifves schematiskt af fig. 102. Järnet, som skall pröfvas, formas såsom en ring J, kring hvilken två spiraler upplindas, den ena för magnetiseringen, den andra, den till höger, som utgöres af ett ringa antal hvarf grof tråd, för induktionen. En reostat E samt en ampéremeter A införas i ledningen från elektricitetskällan, så att strömmar af olika styrka kunna med

tillhjälp af Omkastaren (commutatorn eller switchen) 3 föras till ringen i den ena eller andra riktningen. Utslaget iakttages hos en balistisk galvanometer Gr (§ 40), som står i förbindelse med den grofva, korta ledningen.

115. Formler, uttryckande en elektromagnets styrka. - Man har på flera olika sätt sökt att genom formler angifva sambandet mellan en magnets styrka och ström-styrkan. Yi skola anföra några af de vanligast använda bland dem, så vidt de äro tillämpliga för dynamo-maskinernas elektromagneter

Frolichs formel är den allmännast kända. Om m betecknar den magnetism, som erhålles vid strömstyrkan 'i, så kan man enligt Frölich sätta approximativt

m .

där a och & äro koefficienter, som bero af magnetens dimensioner och antalet trådhvarf, men oberoende af strömstyrkan i. Man kan ock i stället för i uti formeln införa den magnetiserande kraften. Por att erhålla begrepp om betydelsen af koefficienterna a och & kan man söka ett uttryck för elektromag-netens mättningsgrad.

Antager man att i konvergerar till oo, bör m erhålla sitt största värde. Man har då i= oo, motsvarande ett värde å m, angifvet genom förhållandet mellan första derivatorna for täl-jaren och för nämnaren i ofvanstående bråk; således maximi-magnetismen

och mättningsgraden

l . - ^ m a ci

, .

i + -i

a då c är en konstant.

Denna formel öfverensstämmer rätt väl med erfarenheten, med undantag för svag strömstyrka eller svag magnetiserande kraft, ty i detta fall afviker den alltför mycket från verkligheten. På sätt fig. 101 visar, angifver då den räta linien närmare sambandet mellan strömstyrkan och magnetismens styrka, under det att Frolichs formel motsvarar en hyperbel.

Kapp har uppställt följande formel för sambandet mellan m, i och q:

m = C i

, n tang^<

hvilken, om man inför m = qM, äfven kan sättas

/i Tc are tång -,

där Jc och fi äro koefficienter.

Flera formler, liknande den sistnämnda, äro uppstälda, men de öfverensstämma icke väl med erfarenheten.

Sålunda har v. Waltenhofen, utgående från en äldre af Muller uppstäld dylik formel, sökt uttrycka en elektromagnets magnetiska moment genom dess vigt. En annan af den förstnämnde forskaren uppstäld enklare formel, som intill en mätt-ningsgrad af 30 till 50 proc. uttrycker denna i funktion af längden l och diametern d i cm vid den cylindriska järnkärnan hos en elektromagnet, där antalet trådhvarf är n och den magnetiserande kraften således ni, är

2 = 0,oi04 l/-4 ni.

[-\F-\-]

{+\F- \+} ds

Man gör vid dynamo-maskiner icke sällan bruk af elektromagneter, hvilka ega två trådlindningar, en lång och fin, en grof och kort ("corapound-dynamos"). Enligt Frölich eger mellan mattningsgraden q, då båda verka gemensamt, samt mättningsgraderna q^ eller #2, när endera af trådlindningarna är verksam, ett samband rum, som uttryckes genom formeln

i ff-(i-gja-g.)

-L ----- U - q '

l - 2i &

Denna formel är af Peukert och Zickler genom försök bekräftad. Den sistnämnde fann därjämte, att då man till-lämpar Erölichs förut meddelade formel

m

vid elektromagneter med dubbel trådlindning, så är & det aritmetiska medeltalet mellan värdena å samma konstant, motsvarande de särskilda lindningarna.

Vid Zicklers försök med en compouud-dynamo erhölls Frölichs formel för de båda trådlindniBgarna till

_ 8,62 i\ _ 7,41 ta

?1~~ 60,8 + 8,62 *V ?2~6,8 + 7,4l7^' Under ett af försöken Tar i± = 6 och é2 = 1,67 ampere. Häraf finner man

q± = 0,460; ^2 = 0,645; hvaraf följer

l - 5=0,272 och 2=0,728.

Elektromagnetens mättningsgrad var sålunda 72,8 proc. med båda lindningarna, då den för hvardera särskildt var 46 proc. och 64,5 proc.

116. De magnetiska kraftlinierna. - Det magnetiska fältet, d. v. s. det rum, som omgifver en magnet och hvari denna utöfvar sin verkan, kan till sitt tillstånd tydligast an-

FlQ. 103.

gifvas genom de magnetiska kraftlinierna, d. v. s. kurvor, dragna från positiva till negativa polytorna, i hvarje punkt löpande efter riktningen af de därstädes verkande magnetiska krafternas resultant, så att denna alltid tangerar kraftlinien genom den i fråga varande punkten. Man kan lätt åskådliggöra kraftlinierna, om man på en

magnet lägger en tunn glasskifva eller ett pappersblad eller ett tunt järnbleck och strör järnfilspån däröfver, då de små järnstyckena själfva förvandlas till tillfälliga magneter med motsatta poler vända mot hvarandra. Härigenom bildas likasom kedjor, sträckande sig från den ena polytan till den andra, på sätt fig. 103 antyder. Kedjornas form bestämmes genom kraftlinierna. Anbragtes magneten i vertikal ställning och skifvan horisontalt tätt öfver polen, skulle järnfilspånen ordna sig efter radielt från magnetänden utgående räta linier. Det är icke endast i luften, tomrummet eller omagnetiska kroppar, som kraftlinierna kunna antagas finnas,192 DYNAMO-MASKINER MED LIKRIKTAD STRÖM.

utan jämväl inom järnmassan och andra ämnen, som kunna mottaga magnetism, såsom vi något längre fram skola närmare visa. Ett magnetiskt fält förefinnes äfven kring en ledare, genom hvilken en elektrisk ström framgår. Antag t. ex. en rätlinig,

lodrät ledare db (fig. 104) af stor längd samt däromkring en horisontal skifva. Kraftlinierna blifva i detta fall cirklar med medelpunkten å ledaren.

Om man drager kurvor, hvilka ständigt löpa vinkelrätt mot kraft-linien i hvarje punkt, erhållas de magnetiska nivålinierna. Äfven dessa kunna åskådliggöras genom ett magnetiskt spektrum. Man begagnar då i stället för glasskifva ett mycket tunt järnbleck och i stället för järnfilspån colcot-har, d. v. s. järnoxidpulver, hvilket utströs å blecket. Det erfordras dock en ganska kraftig magnet för att sålunda framkalla ett tydligt spektrum. Bäst lyckas försöket, om man gör bruk af en hästsko-elektromagnet, hvars båda poler vändas uppåt och öfver hvilka det tunna järnblecket lägges. Nivå-kurvorna visa sig då, när det fina pulvret siktas däröfver, såsom cirklar närmast polytorna, så framt dessa ega denna form.

Man kan genom användande af kraftlinierna uttrycka icke blott kraftens riktning i olika delar af det magnetiska fältet, utan äfven magnetiska intensiteten eller det magnetiska kraftflödet eller "flux" därstädes (se § 20). Antalet kraftlinier, räknadt per qvcm af ett plan, vinkelrätt mot kraftens riktning vid punkten i fråga, kan nämligen angifva intensiteten vid denna punkt. Med andra ord, om i denna en magnetpol med magnetismen ett är belägen, åverkas den af en kraft, hvars storlek i dyne bestämmer huru många kraftlinier, som per qvcm finnas i denna del af fältet. Är ett stycke järn anbragt i detta, hopträngas kraftlinierna i järnet, så att de enligt detta föreställningssätt komma hvarandra närmare i järnet än i luften. Men ett obegränsadt antal kraftlinier per ytenhet kan icke framtränga i järnet, utan det gifves en gräns i detta hänseende. Detta bestämmer järnets magnetiska genomtränglighet eller "per-meabilitet" eller dess magnetiska ledningsförmåga. Om en magnetpol med intensiteten m anbringas i ett fält, där intensiteten är fl, d. v. s. där H kraftlinier finnas per qvcm, åverkas polen

FIG. 104.JÄRNETS MOTTAGLIGHET FÖR MAGNETISM. 193

af en kraft F - m H dyne. Återigen, om man tänker sig det magnetiska fält, som uppstår kring en magnetpol A med intensiteten m, så åverkas däraf en på afståndet l cm varande magnetpol med intensiteten l af en kraft m dyne, och på detta afstånd måste således per q vem m kraftlinier framgå. Tänker man sig A såsom medelpunkt till en sferisk yta med l cm radie, är således hela antalet kraftlinier, som genomlöpa denna, «= 4 n m. Detta är tydligen det antal kraftlinier, som utgår frän polen. En pol med intensiteten ett lemnar följaktligen upphof till ett antal af 4 TT kraftlinier. Detta är totala kraftflödet från polen.

Ett enformigt eller öfver allt lika magnetiskt fält innehåller ett öfver allt per q vem lika stort antal parallela kraftlinier. Så t. ex. det af jordmagnetismen härrörande fältet vid en liten del af jordytan. Här äro kraftlinierna parallela sinsemellan och med den jordmagnetiska kraftens riktning.

117. Järnets mottaglighet och genomtränglighet för magnetism. - Då järn anbringas i ett magnetiskt falt, utvecklas hos detsamma magnetism, så mycket starkare ju större dess mottaglighet eller "ausceptibilitet" för magnetism är. Om vi tänka oss, att järnet har form af en lång och smal stång med tvärskärningsarean a qvcm och längden l cm samt att stångens längdriktning öfverensstämmer med kraftliniernas i fältet, hvars intensitet är J?, kan totala kraftflödet genom stången sättas Sa, där S är en koefficient, som man benämner den magnetiska induktionen, och hvilken står i nära samband med järnets mottaglighet för magnetismen och dess magnetiska

genomtränglighet Magnetiseringsintensiteten J hos järnstången kan uttryckas genom m : a, om m är de frambragta magnetpolernas intensitet (jämför § 20), och den beror såväl af det direkta kraftflödet Ha från det magnetiska fältet som ock af det från järnets magnetism härrörande kraftflödet 4 n m. Man kan sätta

Sa = Ha -f 4:7im = Ha och således

Man brukar angifva genom trängligheten för magnetismen genom

S

/f"ff

d. v. s. genom förhållandet mellan den magnetiska ind aktionen

och det magnetiska fältets intensitet, äfvensom mottagligheten för magnetismen genom

7-- ^

k ~ IT

d. v. s. genom förhållandet mellan magnetiseringsintensiteten och det magnetiska fältets intensitet. Jämföras de tre sista eqvationerna sinsemellan erhålles

/* = l + 4;r&,

Den magnetiska induktionen B lemnar begrepp om det antal kraftlinier, som per qvcm genomlöper det magnetiska fältet vid punkten i fråga: den är således af samma slag som H. Följaktligen är ji ett numeriskt värde. För tomrummet är fi = l, för luften har den nästan exakt samma värde. För magnetiska ämnen är fi större än l, för diamagnetiska, d. v. s. sådana som repelleras i stället för att attraheras af en magnetpol, är f,i något mindre än l, men alltid positiv. - Hvad åter & beträffar, är den jämväl ett numeriskt värde, men hvilket är noll för tomrummet, positivt för magnetiska ämnen samt negativt för diamagnetiska. Ofvan angifna relation mellan jit och k gör möjligt att beräkna den ena af dessa koefficienter, när den andra är gifven.

Bestämningar af k på grund af dess värde J: J?äro gjorda af Stoletow, Eowland, HopJcinson, Eiving, Sidtvell m. fl. Den förstnämnde^ fann hos mjukt järn följande värden vid olika intensitet af fältet:

10 ff = 4,3 ....* = 21,5 10 H = 32,1 .... ^ = 174

9,2 40,9 40,4 169

13,7 76,5 71,8 136

16,5 113,5 140 82

23,2 157 307 42

Dessa försök ådagalägga, att järnet i ett svagt magnetiskt fält visar en ringa mottaglighet för magnetismen, men att denna ökas med faltets intensitet intill en viss gräns, för att återigen blifva mindre, när järnet blifver mera mättadt. Detta följer äfven af hvad vi förut anfört rörande elektromagneters egenskaper. Dock kan värdet af k blifva väsentligt större än hvad ofvan gifna tabell angifver. Sålunda fann Ewing för tunna mjuka järntrådar k kunna uppgå ända till 1300 å 1400. Maximivärdet för järn och stål synes vara omkring 1500. Stålet bibehåller såsom bekant en stor del af magnetismen efter strömmens af brytning, men dess permanenta magnetism synes motsvara maximivärden å k = 400 å 900. - Nickel är i svaga magnetiska fält mera mottagligt än järnet, men förhållandet är motsatt i starka fält.

För att lemna begrepp om storleken af de olika värdena för //, Jc, J, fi och J5, som motsvara hvarandra hos det mjuka järnet, anföra vi efter Bidivell följande tabell:

tf = 3,9 ... J = 587 ... fc = 1515o . . . p = 1899,1 . . . B = 7390

10,3 918 89,1 1121,4 11550

40,o 1226 30,7 386,4 15460

115,o 1370 11,9 150,7 17330

208,o 1452 7,o 88,8 18470

427,o 1504 3,5 45;3 19330

585,o 1530 2,6 33,9 19820

Man kan lätt tänka sig H såsom antalet kraftlinier per q vem, om allt järnet vore bortskaffadt ur fältet under det att B gifver detta antal, när vid oförändrad magnetiseringsintensitet fältet uppfylles af järn. Maximivärdet å B synes uppgå till omkring 20,000 för det smidda järnet i allmänhet; dock har Bosanquet funnit i ett fall ända till 29,388 och Ewing ända till 40,000 med användande af ofantligt stor magnetiseringsintensitet. För gjutjärn fann Hopkinson jfrmax = 11,000, när J? =220. För mitisjärn, hvilket är gjutjärn med något aluminium och i hög grad smidbart, är J?max = 13,000. Miti&järnet är därför äfven lämpligt att använda för dynamo-maskiner, då det smidda järnet skulle blifva för kostsamt. - Yi skola i § 120 visa, huru man kan på jämförelsevis enkelt sätt bestämma maximivärden för B för olika järnsorter.

118. Experimentel bestämning af intensiteten hos ett magnetiskt fält. - Vi skola här redogöra för några metoder, afsedda för undersökning af magnetiska fält, i synnerhet sådana, som vid dynamo-maskiner frambringas.

Om man i ett enformigt magnetiskt fält med intensiten H anbringar en rätlinig ledare med l cm längd i en mot kraftlinierna vinkelrät ställning samt ledaren genomgås af en ström med styrkan i uti absoluta enheter, så är den kraft f, som genom fältet utöfvas på ledaren (se § 21, p. 19)

£ = Hil dyne.

Gérard har på grund af denna formel konstruerat ett instrument, afsedt för ifrågavarande ändamål. Den på ledaren verkande kraften motväges med tillhjälp af en spiralfjäder samt en lättrörlig hafstång, hvarpå ledaren är fäst, och på hvilken fjädern verkar.

Men fördelaktigare äro de metoder, som grunda sig på den inverkan en trådrulle, genom hvilken en elektrisk ström går, lider i ett magnetiskt fält. Om alla spiralerna i rullen tillsammans bilda en yta Y, nämligen produkten af den cirkelformiga yta, som medellinien till ett trådhvarf bildar, och antalet spiraler i rullen, samt i är strömstyrkan, så är Yi det magnetiska momentet hos rullen, och om denna anbringas så196 DYNAMO-MASKINER MED LIKRIKTAD STRÖM.

att dess axel blifver vinkelrät med kraftlinierna i fältet, åverkas den af ett vridningsmoment HYi, allt i absoluta enheter. Stenger har begagnat sig häraf för konstruktionen af ett instrument, hvarmed ett magnetiskt fält kan undersökas. En liten trådrulle är upphängd på två vertikala, nära hvarandra varande fina platinatrådar: "bifilar-upphängning", sådan som användes vid vissa magnetiska experiment. Genom platinatrådarne föres strömmen till rullen, som är upphängd på så sätt, att spiralernas plan blifva vertikala och parallela med fältets kraftlinier, som vi antaga vara horisontala. En liten spegel är fast under rullen och med tillhjälp af tub och skala afläses den afviknings-vinkel ef, som uppstår vid strömmens genomgång. Betecknar Q momentet hos det vid bifilar-upphängningen verksamma kraftparet, bestämmes H af formeln

Q tång c, -n - :F^ JLI

Momentet Q kan bestämmas genom att iakttaga tiden för en enkel svängning, när trådrullen aflägsnas ur sitt jänm-vigtsläge, samt ur systemets tröghetsmoment T i afseende å rotationsaxeln, ty man har

där T erhålles genom försök på ett sätt, analogt med det man använder vid magnetiska moments bestämning*).

K. Ångström har för samma ändamål men på helt annat sätt begagnat sig af den verkan en i ett enformigt magnetiskt fält anbragt trådspiral röner. Han motväger nämligen den uppkommande sträfvan till vridning genom

belastning af en hafstång och beräknar på grund däraf H. Fig 105 visar från två sidor det af honom konstruerade instrumentet, hvilket är afbildadt i vid pass -| skala. AB är en vågbalans, som hvilar på två eggar F1 och F, fastsatta vid röret CD. Detta uppbär vid sin ena ände en ebonitrulle E, hvarpå två lager af väl isolerad koppartråd äro upplindade. Den elektriska strömmen föres från polskrufvarne O och P till E genom den fina ledningen J£, som icke utöfvar något hinder för vågbalansens rörelse. För att kunna reglera vågens känslighet finnes en motvigt F. Medelst en "ryttare" N kan den graderade våg-armen belastas. H är en regleringsskruf samt LM en arre-teringsinrättning.

Vid användandet inställes instrumentet så, att vågarmens rotationsaxel är riktad vinkelrätt mot kraftlinierna. Man öfver-

*) Se t. ex. författarens Lärobok i Fysik, p. 657.

tygar sig om, att det magnetiska fältets verkan icke förändrar detta läge, när ingen ström genomgår rullen E. Sedan föres ea ström genom rullen, hvarvid balansens läge förändras, men man afpassar belastningen vid H eller dennas häfarm så, att jämvigt ånyo inträder. Man har då den sökta intensiteten

TT * H= Y.,

där l är häfarmens längd, p belastningen, Y trådspiralens yta samt i strömstyrkan, allt i absoluta enheter.

FIG. 105.

Por att undvika galvanometrars användande vid strömstyrkans bestämning, har Ångström gjort bruk af Lippmans kapillär-elektrometer, hvarom mera framdeles,

Ex. Vid ett af Ångströms försök var i = 0,0025 (C. G. S.), p = 0,079 gram = 981 - 0,079 dyne, Y = 319 qvcm, l - 8 cm. Häraf följer

H= -

8-0,079 -981

319 -0,0025

= 774 (C. G. S.)

HO. Den magnetiska ledningen. - Likasom man i fråga om elektricitetens verkan i en ledare tänker sig, att en ström af elektricitet framgår i denna med en intensitet, som på grund af ohmska lagen är proportionel direkt mot den elektromotoriska kraften och omvändt mot totala motståndet,

så föreställer man sig numera, att magnetismen, som alstras hos en magnet, framgår en väg, bestämd af kraftlinierna och med vida större lätthet genomgående järnet än andra ämnen. Eedan de la Rive, Joule och Faraday hade en dylik föreställning om magnetismen, och de båda sistnämnde jämförde den magnetiska ledningen med den elektriska. Rowland utvecklade fullständigare detta åskådningssätt och uppstälde för den magnetiska ledningen en lag, motsvarande ohmska lagen för den elektriska strömmen. Betecknas den magnetiserande kraften med P samt det totala motståndet i den magnetiska ledningen med JR, så kan det antal kraftlinier, som alstras i magneten, uttryckas genom formeln

7 P Z=E

Antaga vi t. ex. en hästsko-elektromagnet med ett ankare på något afstånd från polytorna, så kan man naturligtvis förutsätta, att det totala magnetisk" motståndet är summan af de motstånd, som utöfvas af järnet j kärnan och i ankaret samt af luftmellanrummet vid de båda polytorna. Men vi kunna vidare förutsätta, att detta motstånd är proportionelt direkt mot längden och omvändt mot tvär skärningsarean kraftlinierna genomlöpa. På grund häraf kan man sätta

där för järnet i elektromagnetkärnan

då L ± är längden och A^ tvärskärningsarean hos densamma, äfvensom

då Z/2 är ankarets längd mellan polytornas midtpunkter och A^ dess tvärskärningsarea ; samt slutligen

där L3 är höjden och A9 tvärskärningsarean af luftlagret, genom hvilket kraftlinierna öfverföras mellan järnstyckena. Koefficienterna A1, &2 och &3 bestämmas på grund af försök. Det bör dock anmärkas, att en del af kraftlinierna går utanför ankaret, så att en förlust, "magnetisk läckning", uppstår. Vi skola dock till en början icke taga hänsyn till denna. Enligt Kapp förhålla sig de magnetiska motstånden hos luften, det smidda järnet och gjutjärnet = 1440 : 2 : 3; men då luftens mot-

stånd är oberoende af antalet kraftlinier, som per ytenhet genomgå densamma, under det att motståndet hos det smidda eller gjutna järnet växer med detta antal, kunna dessa värden icke vara allmänt gällande. De motsvara blott medelvärden vid en temligen ringa mättningsgrad hos järnet. Vi återkomma härtill.

12O. Jämförelse mellan olika järnsorters magnetiska motstånd ocli induktion. - Det är af vigt för konstruktionen af dynamo-maskiner att kunna jämföra olika järnsorter i afseende å deras magnetiska motstånd äfvensom att bestämma det största antal kraftlinier, som den ena eller andra järnsorten förmår genomsläppa. Vi skola nu anföra enkla metoder för detta ändamål.

Hvad först beträffar jämförelsen mellan de magnetiska motstånden, t. ex. för smidesjärn och gjutjärn, kan man begagna en anordning, i hufvudsak öfverensstämmande med den fig. 102, p. 188 antyder. Två ringar af fullkomligt lika dimensioner förfärdigas af dessa järnsorter och förses såväl med en grof lindning i ett mindre antal hvarf, som med en fin lindning med ett större antal hvarf. Den ena af lindningarna sättes i förbindelse med en elektricitetskälla och med en strömvexlare, så att strömmen hastigt kan slutas eller afbrytas och ledas till den ena eller andra af dem. Man sätter den andra trådlindningen på samma sätt i förening med en känslig galvanometer, t. ex. Thomsons spegelgalvanometer. När den förstnämnda ledningen slutes eller afbrytes, alstras i den sistnämnda ledningen en induktionsstrÖm, och utslaget på galvanometern är proportionelt mot den magnetiska ledningsförmågan och således omvändt proportionelt mot ledningsmotståndet hos järnet, förutsatt att antalet trådhvarf är detsamma för båda ringarna.

For att undersöka det största antal kraftlinier, som genomgår järnet, kan man af detta bilda en cylinder, kring hvilken en trådspiral anbringas. Den så erhållna elektromagneten lägges med axeln vinkelrätt mot magnetiska meridianen på något afstånd från en magnetometer, och man leder en ström genom spiralen samt iakttager med tub, spegel och skala afvikningen med den anordning fig. 100, p. 186 antyder. Betecknar v afvikningsvinkeln, H jordmagnetismens horisontala komposant, D afståndet mellan järnstången.8 midt samt magnetens midt-punkt, så är det magnetiska momentet

Men man kan på grund af FrÖlichs formel (§ 115) sätta

M _ J

H ~~ a + W

om J är strömstyrkan samt a och b koefficienter. Mr H är konstant, blifver maximivärdet för M: H = l: &, och om man bestämmer & kan man således erhålla nämnda maximivärde samt då H är bekant i absoluta enheter, däraf beräkna äfven momentet M i dylika enheter. Sedermera kan magnetpolernas intensitet beräknas, ty om L är järnstångens längd, kan man antaga, att afståndet mellan polerna är | L och således M = § mL, om m är intensiteten hos polerna. Hela antalet kraftlinier, som genomlöpa dessa, är då (jämför §§ 116 och 117)

(jBa)max = 4 vm = -=-'-=r-o L

och, om man dividerar med stångens tvärskärningsarea a,

24 °r jfyf 5 La

Ar stången cylindrisk med diametern d, har man a = -j-och man kan då sätta

96 M

Ex. Med en stång af engelskt gjutjärn af 22 cm längd och 0,7 cm diameter anstäldes försök för att bestämma maximivärdet å B. Man omgaf för den skull stången med en trådspiral af 250 hvarf isolerad koppartråd med 2,14 qvmm tvärskärning. Från en dynamo-maskin fördes strömmen genom spiralen. Med tillhjälp af tub, spegel och skala aflästes den utslagsvinkel, som den så bildade elektromagneten vid olika strömstyrka åstadkom hos en på en kokongtråd upphängd magnetnål, på 111,5 cm afstånd från stången. Spegeln och skalan rörö på 76,5 cm afstånd sinsemellan. Strömstyrkan aflästes medelst Siemens elektrodynamometer, och man erhöll värden mellan 6,70 och 13,86 ampere samt motsvarande utslag på skalan mellan 6,81 och 7,86 cm. Häraf beräknades b = 0,000024 samt motsvarande värde å M: H - 41,670. Jordmagnetismens horisontala komposant var förut bestämd (se § 20) till // = 0, 1 5 9 9 6, så att maximivärdet å M erhölls = 6665, samt slutligen

_ 96-6665

5max " 5^Ö^^2 " n'b70'

hvilket tal följaktligen skulle uttrycka det största antal kraftlinier, som kunna genomgå den undersökta gjutjärnsstången per qvcm af hennes tvärskärning.

Induktionsströmmar, alstrade yid en trådspirals rörelse i ett magnetiskt fält. - Yid dynamo-maskinerna uppstår den elektriska strömmen genom att flera vanligen med järnkärnor försedda trådspiraler rotera i ett magnetiskt fält, hvarvid genom induktion i de särskilda spiralerna

s:römmar alstras, hvilka sedermera sammanföras och ledas till maskinens polskrufvar. Trådspiralerna jämte järnkärnan äro for den skull anbragta på en axel och bilda tillsammans en ring eller cylinder eller skifva, som benämnes induktor, ankare eller armatur. Vi skola nu taga i betraktande, huru strömmen däruti uppkommer.

Faraday, hvilken, såsom vi veta, är induktionens upptäckare, angaf en allmän lag härför, nämligen att i en ledare, som rör sig i ett magnetiskt fält, endast då en ström genom rörelsen kan induceras, när ledarens rörelseriktning skär kraftlinierna. Vi erinra, att kraftlinierna angifva riktningen af den magnetiska kraften i hvarje punkt af fältet, så att en liten fritt rörlig magnetnål skulle inställa sig efter motsvarande linie. Rör sig ledaren långs dessa linier, alstras således icke någon ström. Faraday själf konstruerade en maskin, där en kopparskifva roterade mellan två starka magneter. När skifvans axel förenades med omkretsen, erhölls en ström från medelpunkten till omkretsen eller omvändt, allt efter rörelsens riktning. Vid Pixiis magneto-elektriska maskin, äfvensom vid andra dylika maskiner fore Grammes uppfinning erhölls strömmen af trådspiraler, hvilka närmades till och aflägsnade^ från magneternas poler. Men en kontinuerlig förvandling af mekaniskt arbete till elektricitet kan icke på detta sätt åstadkommas, just därför, att denna förvandling endast sker, när spiralerna skära kraftlinierna, men icke när de gå parallelt med dessa. Vid Gram-mes ring äfvensom vid v. Hefner-Altenecks cylindriska induktor är denna olägenhet till större delen upphäfd, ehuru icke fullständigt. Det är i vissa hänseenden en återgång till Fårad avs skifva, men med den väsentliga förbättring, att strömmarne blifva likriktade. Man kan för öfrigt förklara de nya maskinernas verkan på två sätt: antingen genom en ledares närmande till och aflägsnande från magnetiska poler eller genom ledarens förflyttning i ett magnetiskt fält så att den skär kraftlinierna. Vanligen utgår man vid förklaringen öfver dynamo-maskinens verkan från det förstnämnda betraktelsesättet, och det kan synas likgiltigt hvilketdera nian härvid antager, men någon skilnad förefinnes dock. I förra fallet tänker man sig nämligen ledaren röra sig från en punkt med lägre potential till en annan med högre potential eller omvändt, men i det senare är en sådan förutsättning icke behöflig, emedan en ström äfven kan alstras, när ledaren förflyttas öfver en nivåyta, hvilken sammanbinder de punkter, där potentialen är konstant. Kraft-liniernas betraktande gifver därför en fullständigare uppfattning af maskinens verksamhet än undersökningen af rörelsen relativt polerna. Man får härvid tänka sig den i induktorn varande järnkärnan såsom förstärkande det magnetiska fältet.

För att närmare visa, under hvilka vilkor strömmen alstras vid ledarens rörelse i det magnetiska fältet, skola vi

antaga, att ett likformigt fält, där styrkan är lika i hvarje punkt, framställes genom ett antal parallela, på lika afstånd irån hvarandra varande kraftlinier, samt att ett olikformigt falt angifves genom

FIG. l o G.

FiG. 107.

sådana linier, men hvilka komma hvarandra sä mycket närmare ju intensivare magnetismen är vid samma ställe. Antag till en början, att en trådspiral förflyttas antingen i en parallel riktning i afseende å kraftlinierna eller, på sätt fig. 106 antyder, parallelt med sig själf, men skärande alltid lika många af kraftlinierna i ett enformigt fält. I intetdera af dessa fall alstras någon ström i trådspiralen. Ej heller erhålles en ström, om spiralen vrides kring sin axel, så att den alltid träffar lika många kraftlinier i det enformiga fältet. Men om spiralen förflyttas och därjämte vrides, såsom fig. 107 visar, eller blott vrides kring en axel, så att ett föränderligt antal kraftlinier i det enformiga fältet träffas af spiralen, alstras i denna en ström. Riktningen af denna kan bestämmas däraf, att den kretsar kring spiralen åt motsatt håll mot det visarne på ett ur kringlöpa, betraktadt från den punkt mot hvilken kraftlinierna gå*), i fall verkan hos rörelsen är att förminska antalet kraftlinier, hvilka spiralen

*) Kraftlinierna antagas alltid gå från positiva mot negativa polen af magneten.

FIG. 108.FIG. 109.

skar, såsom just händelsen är vid fig. 107. Om däremot ett förökadt antal kraftlinier träffas af spiralen, går strömmen åt samma håll som visarne på ett ur, således i motsatt riktning mot i förra fallet. - Är det magnetiska fältet icke likformigt, erfordras blott en förskjutning från en del af fältet till en annan, där kraftlinierna komma närmare eller aflägsnare från hvarandra, för att en ström skall uppkomma, och samma regel som förut är gällande i fråga om strömmens riktning på satt fig. 108 åskådliggör.

Den elektromotoriska kraft, som alstras uti induktorn, växer med det magnetiska fältets styrka, med rotationshastigheten och med antalet trådhvarf uti induktorn, enligt lagar, för hvilka vi längre fram skola redogöra.

122. Principen för de magneto-elektriska maskinerna. - Fig. 109 föreställer en stålmagnet, hvars poler äro vid a och Z>, samt en elektromagnet, hvars poler äro vid m och n. Dessa hästskoformigt böjda magnetersmedel-linier sammanfalla, och polerna ligga nära i samma mot den gemensamma medelpunkten vinkelräta plan. Den ena magnetens läge antaga vi vara oföränderligt, men den andra magneten roterar kring medellinien med konstant hastighet. De båda trådrullarne till elektromagneten bilda en enda sluten ledning. Polerna a och & närma och aflägsna sig ömsevis polerna m och n, och till följd häraf kommer den magnetism, som stålmagneten framkallar hos den mjuka järnkärnan, att ömsevis förstärkas och försvagas, och härvid induceras i den öfverspunna koppartråden strömmar af vexlande riktningar. Om vi först antaga, att polerna a och & hos stålmagneten närma sig polerna m och n hos elektromagneten, induceras en ström, hvars styrka växer i den mån polerna komma närmare intill hvarandra. Vid den fortsatta rotationen aflägsnas polerna a och & från m och n, och då induceras äfven en ström, hvars riktning dock är motsatt den förra och hvars styrka aftager vid afståndets förökande. Men när a aflägsnas från m och b från n, kommer i stället a att närmas till n och & till m, och därvid induceras äfven en ström, lika riktad som den sistnämnda, med hvilken den till en del sammanfaller. När dessa pollinier blifva parallela, eger en omkastning af strömmens riktning rum, och under det nästa halfva hvarfvet induceras två strömmar, lika riktade sinsemellan och därför att betrakta såsom en enda, men motsatta de två

nyssnämnda*). På detta sätt alstras för hvarje hvarf två resulterande strömmar i motsatta riktningar och så att omkastningen eger rum, när de båda magneternas medelplan sammanfalla med hvarandra. Med tillhjälp af en commutator eller strömvändare kan strömmen gifvas oförändrad riktning. En sådan strömvändare kan helt enkelt utgöras af en cylinder, sammansatt af två nära halfcylindriska metallstycken, samt en isolerande skifva mellan

dem. Cylindern är anbragt vid maskinaxeln och roterar jämte denna. Två fjädrar glida mot cylinderns yta och stå i förbindelse med polskrufvarne. De båda motsatta delarne af cylindern äro i ledande förening med ändarne af induktorns trådtindning.

Beträffande styrkan af de i en sluten ledare genom en magnetpol alstrade strömmarne, har Weber medelst sin dynamo-meter visat, att de uppkommande induktionsströmmarne äro i hvarje ögonblick proportionella mot rörelsens hastighet. Enär ledningsmotståndet är konstant, måste då också den elektromotoriska kraften i hvarje ögonblick vara proportionell mot nämnda hastighet.

123» De äldre magneto-elektriska maskinerna. -

Ehuru dessa nu mera ega föga praktisk betydelse, sedan långt fullkomligare maskiner af detta slag blifvit uppfunna, kunna vi icke underlåta att med några ord omnämna dem, i anseende till deras historiska intresse.

Den första någorlunda kraftiga magneto-elektriska maskin konstruerades af Pixii. Stålmagneten var här rörlig och kringvreds med tillhjälp af en handvef och hjulutvexling. De i elektromagnetens trådlindniug alstrade strömmarne kunde med tillhjälp af en strömvändare bringas att utgå ur maskinen ined ständigt samma riktning.

Saxtons maskin är en förbättring af den nyssnämnda. Här är stålmagneten orörlig, men däremot elektromagneten rörlig, hvilket är fördelaktigare, emedan den i rörelse satta massan är mindre för samma kraft.

ClarJces maskin liknar Saxtons med* den skilnad, att stål-magnetens och elektromagnetens medellinier icke sammanfalla, utan bilda en rät vinkel med hvarandra. Om t. ex. stålmagneten står vertikalt, är den efter elektromagnetens medellinie anbragta rotationsaxeln horisontal, så att trådrullarne alltid komma att nära beröra sidoytan vid stålmagnetens ändar. Det

*) Vi antaga här, att järnets magnetisering sker ögonblickligt och lika hastigt upphör. I verkligheten erfordrar det ena som det andra någon tid, och till följd häraf sker strömvexlingen icke, när båda pollinierna sammanfalla utan något senare. Denna afvikelse är så mycket större, ju hastigare rotationen försiggår och beror äfven på järnets beskaffenhet.

är under denna form de magneto-elektriska maskinerna vanligen blifvit använda å de fysikaliska kabinetten. Por medicinskt ändamål gör man ännu bruk af dylika maskiner. Clarkes maskin har för öfrigt blifvit konstruerad med åtskilliga detaljförändringar.

Pages maskin har såväl stålmagneten som trådrullarne orörliga, men i stället roterar ett ankare af mjukt järn framför stålmagnetens ändar. Härigenom förstärkes och försvagas ömsevis magnetismen, och på så sätt induceras elektriska strömmar i vexlande riktningar. Genom en strömvändare kunna de föras åt samma håll. - Man har äfven gjort bruk af denna maskin för medicinskt ändamål.

De förutnämnda elektro-magnetiska maskinerna äro endast användbara för framkallande af tämligen svaga strömmar, och för industriella behof kunna de icke begagnas. Den första dylika maskin, som inom industrien vunnit tillämpning, är den af Nollet år 1849 konstruerade. Nollets maskin har ett antal stålmagneter i hästskoform, af 60 till 70 kilogram vigt och anordnade i fem eller sju parallela rader, hvardera med åtta dylika magneter, hvilka äro stälda så att de bilda likasom stjernor med magneternas poler vända inåt och berörande samma cirkelomkrets, men så att alltid närgränsande poler äro motsatta hvarandra. En axel genomgår symmetriskt maskinen och därpå äro fästa cirkelformiga skifvor af brons, hvilka komina i rummen mellan magneterna och uppbära 16 induktor-rullar. Dessas längdriktning är parallel med axelns. De komma helt nära stålmagneternas ändar, dock utan att beröra dem. För hvarje hvarf af axeln alstras 16 strömmar af vexlande riktningar. Erfordras konstant riktning hos strömmen, måste en commutator begagnas.

Nollets maskin, som ofta benämnes Älliance-m&skmen efter namnet å det belgiska bolag, hvilket utfört densamma, har vid flera tillfällen blifvit använd för elektrisk belysning och galvanoplastik. Men sedan numera fullkomligare apparater blifvit uppfunna, torde den icke mera komma i fråga att utföras.

I24L. Siemens induktor. - Ett betydande framsteg i konstruktionen af magneto-elektriska maskiner gjordes år

1854 genom uppfinningen af den efter TF. Siemens benämnda induktorn, en elektromagnet, medelst hvilken det är möjligt att i hög grad förminska volymen behöflig för nämnda maskiner. 3?ig. 110 och 111 visa Siemens induktor. Denna utgöres af en cylinder AJBCD (fig. 111) af mjukt järn, som utskurits längs efter och genomborrats, så att endast de yttre delarne CSD och O AD' samt en smal del-JOT återstå. Långs cylindern är den öfverspunna koppartråden upplindad, på sätt206 DYNAMO-MASKINER MED LIKRIKTAD STliÖM.

fig. 110 visar. Om en elektrisk ström genomlöper tråden, framkallas magnetism hos järnet, men på så sätt, att två polarlinier CBD och C'AD' uppstå, i stället för de vanliga polerna hos en magnet. Järncylindern blifver således en longitudinalmagnet-Ändarne till koppartråden gå till E, Er och stå där i förbin, delse med en strömvändare, som här utgöres af två snedt af-

FIG. 110.

skurna stycken, isolerade från hvarandra och hvaremot två tjädrar glida för upptagande af strömmen. För kringvridning af induktorn finnes en remskifva P fäst vid järncylindern. Siemens induktor användes numera blott för elektrisk telegraf erin g, ring verk och dylika ändamål, där svaga strömmar äro tillfyllestgörande. Den anbringas mellan polerna till ett an tal parallela stål-

magneter eller

elektromagneter, då vid dess kringvridning strömmar framkallas med vexlande riktningar, hvilka dock genom strömvändaren kunna, då så erfordras, föras åt ständigt samma håll. Siemens begagnade induktorn för en magneto-elektrisk maskin, där 28 parallela stålmagneter af hästskoform alstrade strömmen. Vi skola finna, huru man gjort bruk däraf för starka strömmars frambringande.

135. Wildes maskin. - Vid verldsutställningen i Paris år 1867 förevisades en intressant tillämpning af Siemens induktor, hvilken väckte mycken uppmärksamhet och som äfven innefattar ett icke ringa framsteg inom elektricitetsläran. Det var en af Wilde konstruerad magneto-elektrisk maskin, fr^m-bringande en konstant elektrisk ström med betydande styrka. Pig. 112 visar densamma. Denna maskin utgöres af två dylika med hvarandra förenade maskiner, den ena nära sådan Siemens konstruerade den för konstanta strömmars alstrande och den andra af större dimensioner, för att medelst dessa strömmar åstad-

FJG. ill.WILDES MASKIN.

207

komma en mycket stark magnetisk verkan, hvilken sedan användes för att med tillhjälp af en stor induktor erhålla kraftiga strömmar. Å figuren synes, huru den mindre maskinen, med 16 hästskoformade stålmagneter A, står ofvanpå den större maskinen, hvilken har två elektromagneter, B, J3, bildade af två

FIG. 112.

stora järnskifvor, omlindade med öfverspunnen koppartråd och förenade med en upptill liggande järnskifva. Mellan stålmag-neternas poler roterar en induktor och en dylik, fastän af större dimensioner, mellan elektromagneternas poler. Samtliga mag-neterna äro försedda med polskor, D, D, urhålkade så, att de lemna rum för induktorn. De af den öfre maskinen alstrade vexelströmmarne gifvas medelst strömvänd are en konstant rikt-
208 DYNAMO-MASKINER MED LIKRIKTAD STRÖM.

ning och ledas sedermera genom elektromagnetens trådlindningar. Genom den starka magnetism, som elektromagneterna erhålla, äro de i stånd att uti induktorn framkalla mycket kraftiga strömmar. Det erfordras likväl, att de båda induktor-rullarnc rotera med mycket stor hastighet, 1,700, ja ända till 2,500 hvarf i minuten. Till följd häraf upphettas induktorerna ganska mycket, hvilket man försökt förebygga genom att låta en ström kallt vatten cirkulera i järnkärnorna. Upphettningen härrör visserligen till en del af friktionen, men får förnämligast tillskrifvas foucaultska strömmar och den värmeutveckling, som uppstår vid de hastiga förändringarna i det mjuka järnets magnetism samt vid strömmens gång genom den fina ledningstråden.

Genom att kombinera den nu beskrifna maskinen med två elektromagneter och en induktor-rulle, anordnade alldeles som de redan omtalade, men med ännu större dimensioner, kan man frambringa ofantligt kraftiga strömmar.

Wildes maskin har vid flera tillfällen funnit användande: sålunda i Elkingtons stora galvanoplastiska anstalt i Birmingham, i fotografiska anstalter i ändamål att erhålla ett tillräckligt starkt elektriskt ljus för att medgifva fotografering hvilken timme som helst på dygnet o. s. v.

126. Principen for de dynamo-elektriska maskinerna. - Snart nog sedan man genom den af Wilde konstruerade maskinen fått ett verksamt medel för alstrande af kraftiga elektriska strömmar, uppträdde samtidigt två personer med en vigtig uppfinning, hvarigenom ytterligare ett betydande framsteg gjordes i samma riktning. Samma dag, den 14 februari 1867, meddelade nämligen två om elektricitetens tillämpningar högt förtjänte män, Wheatstone och W. Siemens (genom C. W. Siemens)*) Royal Society i London, att de lyckats uppfinna maskiner, med hvilka man, utan att göra bruk af stålmagneter, kunde inducera elektriska strömmar af högst betydande styrka och sålunda omedelbart åstadkomma en förvandling af mekaniskt arbete till elektricitet. Principen härför är följande: Närmas eller aflägsnas två parallela ledningstrådar, som utgöra delar af en galvanisk stapels slutningskedja, så förstärkes och försvagas strömmen i stapeln, beroende på om rörelsen sker i samma riktning, som den verkan ledarne utöfva på hvarandra eller i motsatt riktning. Detta gäller i ännu högre grad, om man närmar eller aflägsnar, polerna till två elektromagneter

*) W. Siemens hade dock kort förut gjort samma meddelande till Vetenskaps-Akademien i Berlin. För öfrigt hade tanken att använda den af maskinen alstrade strömmen vid elektromagneterna redan förut blifvit uttalad, sålunda af Hjorth 1848, af Brett samma år och af Sinsteden 1851, men det var först genom W. Siemens, som uppfinningen erhöll praktisk betydelse.

med förenade ledningstrådar. Om elektromagneterna, hvilket vi antaga, äro försedda med strömvändare samt rotera i bestämd riktning, kan man alltid förstärka de inducerade strömmarne och därigenom elektromagneterna» styrka, och det är äfven möjligt att borttaga stapeln, utan att synnerligen försvaga magnetismen. Men denna upphör nästan helt och hållet med rotationen. Den ringa återstående remanenta magnetismen är likväl tillräcklig att, om elektromagneterna ånyo bringas i rotation, framkalla strömmen, hvilken successivt förstärkes, tills den uppnått sitt maximum. Man behöfver därför blott en kort tid leda strömmen trån en stapel genom den ena magnetens trådlind-niugar, på det att apparaten sedermera ständigt skall vara användbar. Den svaga magnetism, som till en början finnes hos järnet, är nämligen tillräcklig att framkalla en om ock ytterst svag ström i ledningstråden, och därigenom förstärkes magnetismen, hvilket åter ökar strömmens styrka, som i sin ordning ytterligare förstärker magnetismen o. s. v. Denna princip har blifvit af stor betydelse för konstruktionen af de maskiner, med hvilkas tillhjälp man förvandlar mekaniskt arbete till elektricitet. I själfva verket är det stora flertalet af dylika maskiner, och i synnerhet dem man inom industrien använder, anordnade på grund af densamma. Enär de maskiner, som verka i öfverensstämmelse med Wheatstones och Siemens princip, omedelbart förvandla arbetet till elektricitet, hafva de erhållit namnet dynamo-elektriska maskiner, till åtskilnad från de magnetoelektriska maskinerna, vid hvilka permanenta magneter begagnas. Men ofta användes, såsom vi förut antydt, benämningen dynamomaskiner i vidsträcktare mening för att beteckna alla de maskiner, genom hvilkas tillhjälp elektriska strömmar alstras af mekaniskt arbete.

127. Ladds dynamo-elektriska maskin. - Vid den

dynamo-elektriska maskin, hvilken konstruerades af Lådd, utgöras elektromagneterna af två horisontala järnskifvor, 60 cm. långa, 50 cm. breda och 10 cm, tjocka, anbragta på 8 cm. afstånd från hvarandra samt omlindade hvardera med 27 meter lång isolerad koppartråd. Järnskifvornas ändar äro försedda med polskor, utskurna så, att de lemna rum mellan sig för Siemens induktorrullar, hvaraf den till höger är mindre än den till venster. Induktorrullarne, som rotera med stor hastighet, äro på vanligt sätt försedda med strömvändare. Trådledningen, tillhörande den till höger varande, mindre induktorn, står i förbindelse med elektromagneternas trådlindningar, så att dessas 54 meter långa tråd samt induktorrullens tråd utgöra delar af samma ledning. Den till

venster varande, större induktorn står åter i förbindelse med ledningstrådarne, gående till det ställe,

Elektriciteten. 14där den alstrade strömmen skall användas. Det är lätt att finna, huru denna maskin verkar. Järnskifvornas ändar utgöra de fyra polerna till två af hvarandra oberoende elektromagneter med motsatta poler. För att till en början meddela någon magnetism åt järnet, ledes strömmen från ett galvaniskt element genom elektromagneternas trådlindningar, i enlighet med hvad i näst föregående paragraf blifvit anfördt. När sedermera induktorerna bringas i rotation, induceras strömmar, som till en början äro svaga, men snart erhålla en betydande styrka. Den ena af de båda induktorrullarne, den mindre, tjänar härvid endast till att förstärka den hos järnet varande magnetismen, hvilket sker på det sätt, att den svaga remanenta magnetismen hos järnet inducerar strömmar med vexlande riktningar i induktorn, hvilka genom strömvändaren erhålla ständigt samma riktning och sådan, att när de därefter genomlöpa elektromagneternas trådledningar, de frambringa en lika riktad magnetism som den, hvilken förefanns hos järnet. Magnetismen, sålunda förstärkt, inducerar i induktorn allt starkare strömmar, hvilka i sin ordning ytterligare förstärka magnetismen o. s. v. Strömmarne, som uppkomma i den stora induktorrullen, måste härunder allt mera tilltaga i styrka intill en viss gräns, beroende på rotationshastigheten. Denna måste vara mycket stor för att erhålla kraftiga strömmar. Men då upphettas äfven maskinen i hög grad, hvilken olägenhet man sökt undanrödja på samma sätt som vid Wildes maskin, nämligen genom att införa en ström kallt vatten i den ihåliga järnkärnan. Men i alla händelser återstår den olägenhet, att två särskilda induktorrullar användas, anbragta på hvar sin axel. *Ruhmkorff* och *Gaiffe* hafva modifierat denna anordning, den förstnämnde genom att fästa båda rullarne på en axel, den senare genom att upplinda två särskilda trådar på samma axel, så att den ena af dem står i förbindelse med blott elektromagnetens trådlindningar, den andra med den yttre ledningen. Inom tekniken hafva dessa anordningar icke vunnit tillämpning, och Ladds maskin i sin ursprungliga form har ej heller blifvit ånyo utförd, sedan andra uppfinningar, hvarom vi strax skola tala, visat möjligheten af en enklare och äfven i andra hänseenden fördelaktigare lösning af problemet.

128. Wheatstones och Siemens dynamo-elektriska maskiner. -- I stället för att såsom Ladd använda en särskild induktor för framkallande af den magnetiserande strömmen, gjorde de båda upptäckarne till den princip, som ligger till grund för de dynamo-elektriska maskinerna, bruk af blott en induktor, så att de elektromagneter, som bilda det magnetiska fältet, därifrån erhålla sin ström. Denna metod har sedermera

allmänt tillämpats för de flera olika slag af dynamo-elektriska maskiner, som blifvit konstruerade. Fig. 113 visar en så anordnad maskin af Siemens konstruktion. B, S äro två järn-skifvor, vid pass 60 cm. långa, 50 cm. breda och 10 cm. tjocka och på 8 cm afstånd från hvarandra. Båda äro omlindade med grof, isolerad koppartråd af 21 m. längd och sålunda 54 m. tillhopa. De båda till höger varande ändarne äro förenade med en järnskifva. Ändarne till venster, C, framskjuta och upptaga mellan sig en Siemens induktorrulle n. Trådledningen från denna går till fjädrarna l och 2, som åter sättas i förbindelse med klämskrufvarne a och &, hvilka i sin ordning genom c och

FIG. 113.

d äro förenade med trådledningen till elektromagneterna. I samma ledning ingå äfven trådarne, som upptaga den yttre strömmen. Sedan järnskifvorna erhållit en gång för alla en svag magnetism, förstärkes denna alltmer intill en viss gräns, när induktorn roterar. - Afbrytes ledningen på något ställe, erhålles en liflig gnista, som är mycket lämplig för antändning af minor. Likaså har den genom denna maskin erhållna strömmen blifvit använd till signalapparater vid järnvägar.

Vid Wheatstones maskin anbragtes elektromagnetens tråd-lindning i derivation från hufvudledningen, och Wheatstone kan därför anses såsom uppfinnare till de s. k. shunt-dynamos.

Ofullkomligheten hos de äldre dynamo-maskinerna. - Be nu omtalade dynamo-maskiner, däruti äfven inbegripna de magneto-elektriska maskinerna, kunna visserligen frambringa likartade strömmar, men dessa ega ingalunda

lika styrka i hvarje ögonblick. I själfva verket är det vexelströmmar, som här alstras och rättvändas. Detta sker, såsom vi förut anfört (§ 122), genom strömvändaren, hvars båda från hvarandra isolerade hälfter stå i förbindelse med ändarne till trådlindningen på den roterande induktorn och mot hvars yta två fjädrar glida, från hvilka strömmen föres till den yttre ledningen. Det kunde synas som om strörnstyrkan skulle vid fjädrarnas öfvergång från den ena till den andra delen af strömvändaren blifva noll, men vid detta afbrott alstras en extra-ström i samma riktning som den ursprungliga strömmen, och som gifver sig tillkänna genom en gnista. Strömmen» förändring angifves därför grafiskt genom en kurva sådan fig. 114 visar, där abcis

sorna motsvara tiden och ordina-torna strömstyrkan. Figuren visar, att strömmen blifver starkt undulatorisk.

Härtill kommer att det magnetiska motståndet

vexlar under hvarje hvarf, och att i samband därmed plötsliga förändringar i järnets magnetism eger rum, samt slutligen att i den roterande järnmassan induceras strömmar, hvilka bidraga till upphettningen utan att göra någon nytta. Man finner häraf, att de hittills beskrifna maskinerna äro ganska ofullkomliga. Deras verkningsgrad uppgår i allmänhet icke högre än till några procent.

13O. Dynamo-maskiner, frambringande konstant

ström. - Man kan på ganska enkelt sätt genom mekaniskt arbete åstadkomma konstanta elektriska strömmar, så framt det endast gäller att erhålla en ytterst ringa elektromotorisk kraft. Eedan Ampere visade detta. Fig. 115 lemnar begrepp om den enklaste af honom begagnade anordningen. En magnet AU är anbragt i vertikal ställning och vid dess öfre del en ledningstråd /", hvilken kan vrida sig kring en vertikal axel. C är ett ringformigt kärl innehållande qvicksilfver. Kringvrides tråden f, alstras en ström, som är fullkomligt konstant, om hastigheten är konstant.

FIG. 114.GRAMMES MAGNETO-ELEKTRISKA MASKIN.

FIG. 115.

Faraday s förut omnämnda skifva (fig. 116) är en annan elektricitetskälla, grundad på samma princip. En metallskifva med en axel är anbragt i ett enformigt magnetiskt fält, hvars kraftlinier löpa parallelt med axeln. Genom två fjädrar och en mellan dem varande ledningstråd åstadkommes ledande förbindelse mellan axeln och skifvans omkrets. När skifvan sättes i rotation med konstant hastighet, frambringas en konstant ström. Vore fältet icke enformigt, skulle samtidigt vid olika delar af skifvan olika starka elektromotoriska krafter uppstå, och genom dessa skulle lokala strömmar induceras i henne, utan att de kommo till den yttre ledningen, men i stället frambragte värmeutveckling i skifvan. Foucault åstadkom på detta sätt en ansenlig upphettning i en metallskifva, som bragtes i rotation mellan en kraftig elektromagnets poler. Man benämner de så alstrade strömmarne Foucaults strömmar, och vi skola senare visa, hvilket inflytande de ega vid dynamomaskiner, och huru man vid dessa går till väga för att hindra deras uppkomst.

131. («ram mes magneto-elektriska maskin. - De i föregående paragrafer beskrifna uppfinningar hafva utan tvifvel fört elektricitetsläran långt framom den ståndpunkt hon förut intog, och de skola alltid intaga en betydande plats inom uppfinningarnas historia, men detta oaktadt öfverträffas de betydligt i vigt af en annan uppfinning i samma syfte, hvarigenom på (ett öfverraskande enkelt sätt kraftiga elektriska strömmar erhållas genom mekaniskt arbete. Det är belgiern Gramme*), som äran häraf tillkommer, och de snabba framsteg, som den elektriska belysningen, galvanoplastiken och Öfverförandet af kraft medelst elektricitet på de senare åren gjort, hafva väsentligen betingats genom Grammes uppfinningar. Hvad som särskildt utmärker den af Gramme 1870 konstruerade elektriska maskinen är, att den kan gifva en stark ström ständigt i samma riktning utan att därvid göra bruk af strömvändare, hvilka försvaga effekten och lida skada genom extra-strömmens gnistor. Det bör dock anmärkas, att en italienare, Pacinotti, redan år 1861

*) Gramme var ursprungligen arbetare och flyttade till Paris, där hau gjorde sina vigtiga uppfinningar.

FIG. 116.214

FIG. 117

och således flera år före Gramme, konstruerat en maskin af i viss mån likartad anordning, men utan att därmed lyckas erhålla några resultat af värde. Gramme har däremot med den fullständigaste framgång tillämpat sin uppfinning för de flerfaldiga olika syften, vid hvilka tekniken tager i anspråk biträdet af starka elektriska strömmar. Han har konstruerat maskinen icke blott såsom magneto-elektrisk, utan äfven såsom dynamo-elektrisk, med användande af den utaf Wheatstone och Siemens angifna princip, hvarom vi i § 126 talat, och han har äfven, då för särskilda ändamål vexelströmmar äro att föredraga, mo-

. difierat maskinen, så att den kan lemna äfven sådana. Dessutom ligger Grammes maskin till grund för flertalet af de senare konstruktionerna å magneto- och dynamo-elektriska maskiner.

Vi skola nu till en början redogöra för Gram-mes magneto-elektriska maskin.

Denna utgöres af en hästskoformigt böjd stål-magnet eller en knippa sådana magneter,mellan hvars poler roterar en järnring, beklädd med isolerad koppartråd i flera afdelningar. I denna induceras de strömmar, hvilka uppfångas medelst två fjädrar eller borstar af metalltråd, berörande en trissa, med flera från hvarandra isolerade delar, som stå i förbindelse med de nyssnämnda afdelningarna.

Fig. 117 visar en Grarnmes magneto-elektriska maskin. Maskinen är här efter J amins metod sammansatt af ett antal tunna stålblad med polskor af mjukt järn. Sålunda anordnad kan magneten med samma storlek erhållas kraftigare än om den utgjordes af ett enda massivt stycke. Ringen sättes, som af figuren synes, i rörelse med tillhjälp af en handvef och kugghjul utvexling. I denna form har Grammes maskin ofta begagnats vid fysiska laboratorier.

Por att förklara verkan af denna maskin skola vi först tänka oss två stålmagneter, hvilka äro böjda så, att de tillhopa

TIG. 118.

utgöra en cirkelformig ring (se fig. 118); smn, s'm V föreställa dessa båda magneter, hvilkas neutrallinier äro vid m och mf och hvilkas liknämniga poler sammanfalla. Om vi antaga, att en trådspiral A med jämn hastighet glider öfver ringen, och att den står i förbindelse med en galvanometer, så att man ständigt kan iakttaga den genom induktion alstrade strömmens styrka, finner man, att denna är väsentligt olika allt efter det läge spiralen intager i afseende å de båda magneterna. Vi tänka oss. att spiralen glider i den riktning pilen angifver. När spiralen aflägsnar sig från sydpolen s, induceras en ström i motsatt riktning med de strömmar man tänker sig inom magneten nms (jämför § 112). Sedan neutrallinien m blifvit uppnådd, blifver den i spiralen alstrade strömmen motsatt riktad mot hvad den förut var, och dess styrka växer från m mot polen w, där dess maximum uppnås. Vid fortsatt glidning öfver ringen aftager strömstyrkan, men med bibehållen riktning till dess neatrallinien mf uppnåtts, hvarefter en omkastning af strömmen eger rum, och dess styrka växer ända till dess polerna sf s hunnits, hvarefter den aftager o. s. v. Det synes häraf, att för hvarje hvarf af spiralen två strömmar med motsatta riktningar induceras, att strömomkastningen försiggår vid neutrallinierna m, m' samt att den största strömstyrkan erhålles, när spiralen går förbi polerna w, n' och s, sf. Att förhållandet måste vara sådant kan man finna, om man tänker sig magneterna ersatta med solenoider, hvilka, räknadt från n w', och s sf, äro upplindade åt motsatta håll. Gaugain har för öfrigt genom omedelbara försök visat att så är händelsen, i det han framsköt en spiral på angifvet sätt 10° och uppmätte ström styrkan, därefter 10° ånyo o. s. v.

Tänker man sig nu i stället för magneter eller solenoider såsom induktor en järnring, hvilken är utsatt för

inverkan af två kraftiga magnetpoler N och S, anbragta på sätt figuren antyder, så blir verkan fullkomligt oförändrad. Ej heller förändras denna, om spiralen är fäst på ringen, och denna roterar i den riktning pilen angifver. Det är nämligen uppenbart, att ringens magnetism visserligen förändrar läge i själfva järnmassan, men icke i rymden, så att förhållandet blifver det-

FIG. 119.

samma som om ringen vore orörlig och spiralen framglede däröfver. Likväl blifver någon modifikation härutinnan till följd däraf, att polernas läge vid ringens hastiga rotation något förskjutes, men vi behöfva här inte fästa afseende vid denna afvikelse, hvarom mera längre fram. I det hela taget alstras strömmarne i den på järnringen fästa och med denna roterande trådspiralen, som om denna framglede öfver två orubbliga stålmagneter, anbragta på sätt figuren visar. När spiralen passerar polerna n, W och s, s' eller förbi N och S är strömstyrkan störst, och riktningen vexlar vid m mf. - Man kan

äfven för att förklara strömmens uppkomst tänka sig trådspiralen roterande i ett magnetiskt fält på sätt vi i § 121 antagit, och vi skola längre fram återkomma härtill.

Förhållandet med strömmens alstrande vid Grammes maskin är likväl icke fullt så enkelt, som man på grund af det föregående skulle kunna föreställa sig. Det är nämligen icke en enda spiral, hvari strömmen alstras, utan järnringen är beklädd med flera dylika trådspiraler, och i hvardera af dessa uppstår en ström af vexlande styrka och riktning för hvarje hvarf, soni ringen .beskrifver. En synnerligt vigtig omständighet är det sätt, hvarpå dessa särskilda strömmar förenas sinsemellan, så att en enda kontinuerlig ström däraf erhålles. Om vi tänka oss de spiraler, som ligga på ena sidan, t. ex. till höger om neutral-linien mm', så äro de alla omkretsade af lika riktade strömmar. De spiraler, som ligga på andra sidan om samma linie, således till venster därom, äro äfven omkretsade af strömmar, lika riktade sinsemellan, men motsatta de föregående. Förhållandet är analogt med det som eger rum vid två lika starka galvaniska staplar med samma antal element, förenade så att den största tension erhålles. Man kan lättast göra sig begrepp om det sätt, hvarpå strömmen i Grammes maskin uppfångas, om man jämför denna med två sådana staplar. Äro dessas element förenade på sätt fig. 119 åskådliggör, förenas de båda strömmarne till en enda. De särskilda elementen i staplarne motsvara de särskilda trådspiralerna i den magneto-elektriska maskinen, och hvardera stapeln endera af den med spiraler försedda halfva järnringen. Man

finner då lätt, att man kan uppfånga strömmarne i rullarne, om man förerar dessas mot hvarandra vända trådändar sinsemellan, så att därigenom en enda sammanhängande ledning erhålles, men tillika vid m och m' afleder strömmen. Gramme verkställer detta på så sätt, att ledare i form af radiela strål-stycken gå från nyssnämnda med hvarandra förenade trådändar till en kollektor med lameller, hvilka äro isolerade från hvarandra och anbragta efter generatorerna till en cylinder. Strömmarne uppfångas såsom förut nämndes genom fjädrande borstar med rektangulär tvärskärning, bildade af tämligen fin metalltråd, och hvilka tangera de med axeln parallellt böjda strål-styckena just vid de ställen, som svara mot m och m1'. Enär trådarne äro lätt böjliga samt ett ganska stort antal af dem finnes i en enda borste, kommer denna alltid attjberöra kollektorn vid åtminstone några punkter. Härigenom måste en resulterande ström erhållas, gående i konstant riktning.

Likasom vid en galvanisk stapel kan man vid Grammes maskin erhålla stor elektromotorisk kraft eller stor qvantitet elektricitet allt efter anordningen. Användes fin koppartråd till spiralerna, får man med lika vigt tråd större motstånd, men elektromotoriska kraften blifver större. Gör man åter igen bruk af grof tråd och färre hvarf, förminskas visserligen motståndet och qvantiteten blifver större, ehuru på elektromotoriska kraftens bekostnad. Hvilket som är fördelaktigast, beror på det yttre motståndet. Är detta stort, bör tråden vara fin med många hvarf; är det åter litet, är det lämpligast om tråden är grof. Ström styrkan beror för Öfrigt väsentligt af den hastighet, h varmed ringen roterar. Intill en viss gräns växer den elektromotoriska kraften i samma förhållande som

rotationshastigheten. Man har genom försök bekräftat detta ända till en hastighet af 3,000 hvarf i minuten. Strömstyrkan växer dock icke fullt proportionelt med hastigheten, emedan på samma gång motståndet i maskinen något växer, Den elektromotoriska kraften är under i öfrigt lika omständigheter proportionel mot antalet trådspiraler, upplindade på ringen.

Det följer af det sätt, hvarpå strömmen i Grammes magneto-elektriska maskin uppkommer, att dess riktning omkastas, när rotationens riktning förändras. Äfven bör anmärkas, att man kan förena flera sådana maskiner med hvarandra för att erhålla starka strömmar, hvarvid man, likasom vid de galvaniska staplarne, kan hopkoppla de särskilda maskinerna så, att elektromotoriska kraften blifver stor eller på så sätt, att en stor qvantitet elektricitet erhålles.

Det synes af det föregående, att den väsentligaste delen af Grammes maskin utgöres af den mellan magneterna roterande ringen med därtill hörande ledningar. Vi skola därför något närmare redogöra för densamma. Fig. 120 visar en afbildning

FIG. 120.

däraf, hvarvid för större tydlighets skull ringen antages vara afskuren samt några af spiralerna aflägsnade från hvarandra. Järnkärnan A i ringen har oval tvärskärning samt bildas af

en knippa grofva trådar af mjukt järn, hvilka böra vara öfverspunna eller lackerade. Ändamålet med denna anordning är att förhindra uppkomsten af inducerade strömmar i järnmassan, hvilka eljest skulle bidraga till dennas upphettning. Omkring järnkärnan äro anbragta spiralerna S af öfverspunnen koppartråd, hvars ändar äro med hvarandra hoplödda, så att det hela utgör en enda ledning, upplindad ständigt åt samma håll

efter ringen. Från ändarna af två intill hvarandra liggande trådspiraler gå de radiela strålstyckena H af koppar, hvilka äro böjda i rät vinkel på sätt synes å figurens Öfra del. Mellan ringen och strålstyckena är en träfyllning för ringens förstärkning. Antalet trådspiraler är olika vid olika maskiner. Vid de smärre, för hand drifna maskinerna är det 30 eller 32, men Öfverstiger 100 vid de största maskinerna. Lödställena mellan två efter hvarandra följande spolars ledningar ligga lika långt från hvarandra och på samma sida af ringen.

Oramines dynamo-elektriska maskiner. -

Gramme konstruerade först sin elektricitetsmaskin såsom mag-neto-elektrisk, men det dröjde icke länge, innan han tillämpade den princip, som ligger till grund för konstruktionen af dynamo-elektriska maskiner. I själfva verket har det stora flertalet af de grammeska maskinerna och i synnerhet de större konstruerats såsom dynamo-elektriska. Fig. 121 visar en bland de vanligaste af de flera olika anordningarna för dessa maskiner, benämnd "verkstadstypen". Många sådana maskiner äro ännu efter 14 års verksamhet i gång. Två par af horisontala elektrö magneter äro anbragta öfver hvarandra med gjutjärnspolskor vid midten, hvarest en ring, sådan vi i näst föregående paragraf beskrifvit den, roterar med stor hastighet. Elektromagneternas mot hvarandra vända poler äro liknämniga, men de Öfre och undre mot ringen vända polerna oliknämniga. De öfre och undre polskorna, som omfatta ringen, erhålla sålunda motsatta

magnetiska polariteter. Eorstar af metalltråd glida mot de böjda strålstyckenas sidor. Den ena af dem står i förbindelse med elektromagneternas ena trådände; den andra för till den yttre ledningen, hvilken för öfrigt förenas med den andra änden af elektromagnettråden. Ställningen till maskinen utgöres af ivå vertikala gjutjärnslagerbockar, sammanhållna af elektromagneternas järnkärnor, hvilka äro af smidesjärn. Lagerboc-karne utgöra tillika delar af det magnetiska systemet.

Vid maskiner, afsedda för galvanoplastiska arbeten, begagnas icke trådrullar utan en ledning af större tvärskärning, bil-

FIG. 121.

dåd af kopparbleck, lindade 20 till 30 gånger omkring järnkärnan. Dessutom är ringens beklädnad af tjocka kopparband, hvilka endast bilda ett enda spiral-lager kring ringen. Elektromagneternas och ringens ledare äro blottade för att påskynda afkylningen.

Yid de nyare för galvanoplastiska ändamål konstruerade dynamo-maskinerna gör Gramme bruk af induktorer, sådana fig. 122 visar. Mellan två på axeln fastsatta kopparskifvor äro anbragta långa kopparstänger, isolerade från hvarandra och bildande tillhopa en cylinder, hvars ändar tjäna till kollektor. Järnkärnan utgöres äfven här af tråd, upplindad på nämnda

FIG. 122.

cylinder. Slutligen kommer en andra serie af kopparstänger utanpå järnkärnan. De inre och yttre stängerna äro förenade med radiela ledningar, så att de alla tillhöra en sammanhängande ledning. I denna induceras en ström af stor styrka, men med ringa elektromotorisk kraft.

Bland de nyare typerna af Grammes dynamo-maskiner skola vi närmare beskrifva en af Saittter-Lemonnier i Paris

FIG. 123.

för belysning af Cails stora verkstäder i samma stad utförd dynamo-maskin. Fig. 123 och 124 visa denna, till hälften i genomskärning, sedd från sidan i två mot hvarandra vinkelräta riktningar, f, f*. äro 14 elektromagneter, af hvilka de 8 yttre hafva sina järnkärnor i ett enda stycke, förenande fotställningen g med kapitalet h. "Dessa sistnämnda äro af gjutjärn men kärnorna af smidesjärn. De 6 inre elektromagneterna hafva järnkärnor i två delar, som äro fastskrufvade med g och h. Kärnorna äro dessutom förenade genom två ankare i, i. Induktorn, som liknar den sist omtalade, innehåller 100 kopparstänger med trapezformig tvär skärning, som äro försedda med isolerande öfverdrag af asfaltpapp. Dessa stänger äro hårdt pressade mot hvarandra, så att de bilda en cylinder aa. På 75 mm. afstånd från stängernas ändar äro de radiela kopparstyckena d insatta. De utanför dessa varande delarne e af cylindern aa äro af-svarfvade och bilda maskinens kollektor. Ofvanpå nämnda cylinder, innanför d är upplindad utglödgad och isolerad järntråd, hvilken tillhopa utgör en med den förra koncentrisk cylinder. Denna utgör induktorns järnkärna, hvarpå kopparstängerna c, c

FIG. 124.

. iv^^^^^^^sss^g'l_/

äro anbragta mellan styckena d, med hvilkas ändar de äro förenade. Äfven dessa stänger ega trapezformig tvärskärning och äro Isolerade från hvarandra samt bilda tillsammans en med aa koncentrisk cylinder cc. Men genom styckena d äro de aa och cc tillhörande kopparstänger på så sätt förenade, att de utgöra en enda ledning, sträckande sig i många hvarf om den isolerade järnkärnan, men så att den går fram och tillbaka långs denna. Genom denna anordning erhålles en ringformig induktor med ringa motstånd; i själfva verket uppgår detta här till blott 0,008 ohm. Denna induktor är fäst vid stålaxeln l medelst 8 järnlameller m, som ingå i rännor uti aa. Två par borstar j finnas, nämligen ett par vid hvar sin kollektor å ömse sidor om induktorn, men det ena paret tjänar blott som reserv. Borstarne stå i förbindelse med polskrufvarne kk samt de i derivation varande elektromagnetledningarna. Maskinen sättes i verksamhet antingen genom en dubbel remtrissa eller med kopplingsmuff, i fall en motor med stor hastighet direkt skall verka därpå. - Denna maskin lemnar vid nyssnämnda motstånd hos induktorn en ström intill 280 ampere och med 70 volt potentialskilnad mellan polskrufvarne, då hastigheten är '700 hvarf i minuten. Med 35 hästkrafters ångmaskin under-höllos 48 båglampor

af 40 bec carcel*) hvardera eller 28 båglampor af 100 bec carcel eller 12 båglampor af 600 bec carcel hvardera eller slutligen 350 glödlampor. Maskinens vigt är 3,000 kg.; dess längd är 1,63 m., höjd 1,36 m. Eemtrissorna hafva 200 mm. bredd och 300 mm. diameter.

Den nu mest använda formen af Grammes dynamo-maskin är emellertid den s. k. öfre typen, så benämnd till följd af induktorns läge vid maskinens öfre del. Elektromagneterna innehålla två gjutjärnskärnor, hvilka sluta med polskor, som omfatta ringinduktorn pä en stor del af dess omkrets. En bottenplåt utgör förening mellan dessa järnkärnor och den uppbär tillika de båda lagerbockarne, hvilka utgöra underlaget för maskinaxeln. Eiektromagnetkärnorna, polskorna, bottenplåten samt den ena lagerbocken äro gjutna i ett stycke, hvarigenom tydligen maskinens tillverkning i hög grad underlättas och dess kostnad förminskas. Elektromagnetlindningen är förut anbragt på spolar, hvilka blott behöfva nedskjutas, så att de komma öfver kärnorna. Induktorns kärna är af järntråd. Kollektorn utgöres af kopparlameller, som äro isolerade från hvarandra och qvarhållas i sitt läge genom en äfven isolerad brons-ring. Borstarne uppbäras af ett tvärstycke, som kan vridas kring ett stöd på en af lagerbockarne, fullkomligt koncentriskt

*) En bec carcel motsvarar 9,5 normalljus, sådana som hos oss begagnas vid gasprofning. FIG. 125.

med axeln, så att borstarne kunna gifvas det lämpligaste läget på kollektorn.

133. T. Hefner-Altenecks dynamo-elektriska maskiner. - Nära nog af lika stor betydelse, som Grammes nu beskrifna uppfinningar varit för elektrotekniken, äro de konstruktioner af dynamo-maskiner, hvilka härröra af v. Hefner-Alteneck, ingeniör hos den bekanta firman Siemens & Halske i Berlin. Dessa maskiner benämnas vanligen efter firmans chef, den äfven om dynamo-maskinernas uppfinning och förbättring högt förtjänte W. Siemens. Det egendomligaste vid de hit hörande maskinerna är truminduktorn, hvilken väsentligt skiljer sig från den af Gramme uppfunna förut om talade rmginduMorn. Truminduktorn har blifvit utförd på flera olika satt vid olika maskiner. Vid äldre maskiner begagnades såsom kärna en trätrumma, öfverspunnen med järntråd efter omkretsen, och öfver denna kom den isolerade koppartråden, upplindad efter längden, men äfven andra anordningar begagnades. De nyare induk-torerna äro vanligen konstruerade på följande sätt. På axeln äro fastsatta två metallringar, hvilka utgöra trummans and-stycken. Mellan dessa är utspändt ett tunt böjdt järnbleck och kring detta järntråd upplindad för att bilda en järnkärna. I ringarna äro uttagna radiela fördjupningar och i dessa insatta träkilar, som komma på lika afstånd sinsemellan. Härigenom underlättas den temligen svåra processen vid den isolerade koppartrådens upplindning. Trådarne föras ömsevis till höger och venster om axeln och dess ändar fastlödas med

kopparremsor, som föra till kollektorns lameller. Två och två trådar mötas vid samma lamell. Man anbringar två eller fyra hvarf af trådlindningen öfver hvarandra, på så sätt, att trådar, där mycket stor potentialskilnad förefinnes, icke komma i hvarandras närhet. För att förminska motståndet läggas flera trådar tillsammans i en knippa. Fig. 126 antyder schematiskt, huru upplindningen verkställes och huru föreningen med kollektorn eger rum. För enkelhets skull antages, att tråden går blott en gång fram och tillbaka längs induktorn innan den föres till kollektorn. Om. vi tänka oss den från konduktorlamellen l utgående tråden, stiger den till en början upp mot omkretsen

Fm. 126.

till l', går därefter längs cylindern, nedstiger vid dennas andra ände, går åter längs cylindern till l", hvarifrån den föres till nästa lamell 2. Från denna utgår på samma sätt en andra tråd till 2f, hvilken, efter att hafva gått fram och tillbaka, kom* mer till 2" och föres till lamellen 3. I verkligketen går tråden vanligen åtta gånger fram och tillbaka, innan den återkommer till kollektorn.

Truminduktorn eger i vissa hänseenden företräden framför ringinduktorn. Vid den sistnämnda är det en stor de) af tråden, som icke är verksam, nämligen de inuti och de vid sidan liggande trådlängderna, under det att vid truminduktorn endast de delar af tråden, som befinna sig vid induktorns ändytor, blifva utan verkan. Så t. ex. var

i ett fall*) vid en trum-

*) Kittler, Handbuch der Elektrotechnik, I, p. 470.

FIG. 127

induktor totala trådlängden 5,630 cm. samt den verksamma trådlängden 3,676 cm. eller 65 proc. af den förra, och vid en ringinduktor man hade motsvarande värden 18,600 cm. och 8,360 cm. eller 45 proc. En meter tråd lemnar därför vid lika hastighet och lika intensitet hos det magnetiska fältet en större elektromotorisk kraft vid truman vid ringinduktor. Dessutom är det radi-ela djupet hos järnkärnan större hos trum-induktorn än ringin-duktorn, hvarför man

vid den förstnämnda kan gifva koppartråden större tvärskärning och således erhålla större strömstyrka, hvilket gör den lämplig för maskiner till glödlampbelysning. Däremot erbjuder ring-induktorn större lätthet för tillverkning och reparation.

Beträffande anordningen för öfrigt af en Hefner-Altenecks dynamo-maskin, användas flera olika modeller. Fig. 127 visar schematiskt en äldre af dessa, tillhörande den s. k. D-typen. Elektromagneterna» kärnor äro skifvor af smidesjärn, förenade vid midten medelst böjda polskor samt vertikala förenings-

Flö. 128.

stycken vid ändarne. Trådlindningen däröfver är upplindad på så sätt, att för; båda de öfre elektromagneterna polariteten blifver lika vid den öfre gemensamma polskon, men motsatt den vid undre. En afart af denna maskin begagnas för elektrometallurgiska arbeten vid framställning af ren koppar. Dess konstruktion angifves af fig. 128. Motståndet i det elektrolytiska badet är ganska litet, hvarför icke heller maskinens motstånd får vara stort, men likväl bör strömmen blifva mycket stark. Man gör här bruk af kopparstänger med rektangulär

FIG. 129.

tvärskärning, i stället för tråd. På den roterande induktorn finnes endast ett lager af ledningen, hvarvid ändytorna betäckas med egendomligt formade kopparstycken, såsom figuren visar. Föreningen med kommutatorns lameller verkställes genom grofva kopparvinklar. Äfven på de orörliga elektromagneterna finnes endast ett omlindadt lager med blott sju hvarf på hvardera magneten. Tvärskärningen utgör här icke mindre än 13 qvcm. Föreningsställena äro samtliga hopskrufvade och lödda. Isoleringen mellan de särskilda hvarfven och öfriga maskindelar sker medelst asbest. Härigenom kan man i så hög grad stegra maskinens verkan, att till och med dessa grofva ledningar kunna blifva heta, utan att maskinen löper fara att skadas.

En nyare konstruktion, benämnd modell F, visas af fig. 129. Den skiljer sig från de äldre bland, annat däruti, att då dessas elektromagneter ega jämförelsevis tunna järnkärnor, som äro böjda för att lemna plats åt induktorn, äro de nya maskinernas järnkärnor tjocka och raka, så att de innehålla en större järnmassa, hvarigenom det magnetiska motståndet minskas. Man ser jämväl af figuren, att elektromagneternas fyra trådrullar äro upplindade oberoende af hvarandra och att tråd-ändarne sluta med klämskrufvar på en vertikal skifva, som är anbragt vid sidan af maskinen, så att de kunna lätt förenas sinsemellan. Allt efter olika behof förenas ledningarna med hvarandra på olika sätt, så att det fördelaktigaste resultatet erhålles. Den på kollektorn glidande borsten är snedt afskuren, på det att kontakten alltid må bibehållas med åtminstone en lamell och gnistbildningen förminskas. För att gifva maskinen stadigare underlag än det som vid de äldre maskinerna begagnades, gör man bruk af en stor gjuten bottenplåt, som dock är försedd med uttagningar, på det att dess vigt ej må blifva för stor. Jämväl remtrissan har gifvits förökade dimensioner för att undvika remmens glidning.

Kollektorn å denna maskin förtjänar särskild uppmärksamhet. Den består nämligen af lameller, som äro skilda från hvarandra blott genom luftskikten. Närmast maskinaxeln kommer ett naf af rödmetall, hvilket uppbär ett slags kugghjul, med lika många kuggar som kommutatorn eger lameller. Kug-gärnes sidor äro parallela, så att rummet mellan dem blifver trängre inåt. I hvarje sådant mellanrum är en stång af rödmetall insatt, isolerad med glimmerblad, något utskjutande å ömse sidor. Vid den åt lagerbocken vända sidan af dessa stänger äro kollektorns kopparlameller fastskrufvade och å den motsatta sidan upptagas induktortrådarnes ändar. Stängerna qvarhållas i sitt läge genom täckskifvor, hvilka fastskrufvas å kuggarne, men isolerade därifrån. Slutligen omgifves induktortrådarnes ändar med en blecfehylsa.

En ännu nyare anordning (se fig. 130) af Siemens & Halskes stora dynamo-maskiner motsvarar Grammes öfre typ, hvarom vi förut talat (§ 130). Den benämnes modell H. Fält-magneterna äro korta och med stor tvärskärning samt gjutna i ett stycke med bottenplåten, vid hvilken äfven lagerbockarna äro fastgjutna. Induktorkärnan är af järntråd, som är upplindad i fyra afdelningar i ringformiga rum, hvilka bildas genom hopsättning af ett antal genombrutna gjutjärnsringar, fästa på maskinaxeln. Dessa ringar äro anbragta på ett litet afstånd från hvarandra, så att ventilation och därigenom afkylning kan erhållas.

Af intresse är äfven borsthållaren till dessa maskiner. På ett framsprang- vid ena lagerbocken sitter en träskifva, som kan vridas kring en mutter af rödmetall. Träskifvan uppbär två dornar af nämnda metall och på dessa sitta så många ringar af mässing, som motsvara antalet borstar. Ringarne äro uppskurna och försedda med framsprang, hvilka genom en stark klämskruf med långt handtag kunna hopklämmas. På hvarje ring är en knippa mässingsfjädrar fastskrufvad, och denna uppbär vid sin ena ände borsten medelst en enkel kläminrättning. Fjäderknippan utgöres af ett temligen stort antal öfver

FIG. 130.

hvarandra lagda och vid ena änden hoplödda mässingsremsor. Borsten är bildad af en knippa koppartrådar och fästes i sitt läge genom en skruf.

Beträffande de stora dynamo-maskiner af Siemens & Halske konstruktion, som användas för elektriska centralstationer med flera tusen glödlampor, vilja vi blott omnämna, att de äro alldeles olika inrättade med de nu beskrifna maskinerna. Yi återkomma längre fram till en närmare redogörelse för deras konstruktion.

134. Edisons dynamo-maskiner. - Äfven dessa hafva vunnit vidsträckt tillämpning och kunna jämväl räknas bland de bästa i sitt slag.

FIG. m.

Edisons äldre dynamo-maskin, som användes för den berömde uppfinnarens glödlampor, har två cylindriska elektromagneter af stor längd, hvilka vanligen stå i lodrät ställning, samt nedtill polskor af stora dimensioner, anordnade så, att de tätt omsluta en induktorrulle, hvilken roterar kring en horisontal axel mellan de nedåtvända polerna af elektromagneterna. Dessa äro upptill förenade med ett horisontalt järnstycke. Induktorn är en modifikation af truminduktorn.

Eig. 131 lemnar begrepp om en nyare och förbättrad konstruktion af Edisons dynamo-maskin, sådan denna i New-York förfärdigas i olika typer för 25 till 500 glödlampors drift. Det synes häraf vid jämförelse med samme uppfinnares äldre dynamo-maskiner, att elektromagneterna nu mera göras kortare, men gifvas större diameter än förut, så att det

magnetiska led-

ningsmotståndet förminskas.

De största maskinerna, sådana de användas vid elektriska centralstationer, hafva liggande elektromagneter. Vid

en af dem finnas tre rader elektromagnet-

ter, hvilkas järnkärnor ligga horisontalt mellan de polskor som omfatta induktorn samt de vertikala föreningsstyckena, hvilka tillhopa bilda en mot elektromagneternas längdriktning vinkelrät skifva. Hvarje rad har 4 järnkärnor. De två öfre raderna ligga ofvanom, den undre raden nedom induktorn. Den sistnämnda har i stället för trådlindning kopparstänger, hvilka sträcka sig parallelt med axeln mellan därpå fästa cirkelformiga kopparskifvor, som äro isolerade från hvarandra och från axeln. Kollektorns 49 lameller äro förenade med hvar sin af 49' sådana skifvor vid induktorns främre ände. Äfven vid induktorns bortre ände finnes ett lika antal kopparskifvor.

FIG. 132.

De 98 kopparstängerna förenas genom skifvorna på det sätt, att när en ström induceras i t. ex. den stång, som för tillfället är öfverst, går den genom en skifva nedåt till den diametralt motsatta och således understa stången samt därifrån till en vid

FIG. 133.

motsatta änden varande skifva, från denna går strömmen genom den närmast öfversta stången o. s. v. Por att förminska gnist-bildningen begagnas fem par borstar. Uppkomsten af foucaultska strömmar förhindras genom att induktorns järnkärna hopsättes af mycket tunna järnskifvor, åtskilda genom glimmer eller papper.

Fig. 132 antyder schematiskt denna anordning af Edisons induktor.

Äfven i Europa tillverkas dynamo-maskiner, som i hufvudsaken äro inrättade efter det edisonska systemet, ehuru med åtskilliga modifikationer. Fig. 133 och 134 visa en sådan maskin, sedd från sidan och framifrån i riktning mot kollektorn. Den är konstruerad af J. Hopkinson samt förfärdigad hos Mather & Platt i Manchester. Då denna maskin otvifvelaktigt är en af de bästa, som hittills blifvit utförda, skola vi här något närmare redogöra för densamma. De förnämsta dimensionerna äro

å afbildningarna angifna i meter och millimeter. Dess höjd är 1,42 m., bredd 0,89 m. samt längd 1,4 m. Vigten är 1,625 kg.

Induktorn, hvars längd och diameter äro lika, nämligen 272 mm., har en kärna af järnbleckskifvor, som äro isolerade medelst mellanlagda blad af vanligt papper. De 500 bleckskifvorna, hvilkas diameter är 254 mm., hållas tillhopa genom två tjockare yttre skifvor, af hvilka den ena är fast-skrufvad på en gängad del af axeln och den andra är orörligt anbragt å denna. Öfver denna järnkärna är den med bomullstråd isolerade tråden upplindad. Man har 40 spiraler af tråden,

FIG. 134.

.hvardera sammansatta af knippen med 16 trådar. Tråddiametern är vid pass 1,65 mm. Kollektorn är sammansatt af 40 lameller, som äro isolerade medelst glimmer. På hvarje sida finnes ett par borstar, bildade af koppartråd. Den ursprungliga tjockleken hos borsten är 9,5 mm.; efter treveckors ständig verksamhet uppgår nötningen till 3 mm. Några gnistor visa sig icke, och kollektorns yta bibehåller sig fullkomligt jämn. Detta beror på, att axeln erhåller en ringa fram- och återgående rörelse till följd af lagerskålarnes och remskifvans ställning, hvarjämte den så uppkommande oscillerade rörelsen regleras genom en plåt, som bildar en mot axelns ände tryckande fjäder.

Denna maskin har vid en hastighet af 920 till 927 hvarf i minuten lemnat en ström af 275 till 278 ampere med en

potentialskilnad af 54,6 till 55,5 volt mellan polskrufvarne. Vi återkomma längre fram till undersökningar,

anstälda med denna maskin. I Frankrike tillverkar ett bolag dynamo-maskiner efter Edisons system och väsentligen efter den form fig. 131 visar. luduktorn är äfven här en truminduktor, men man har (se fig. 135) vridit kollektorn 90°, så att lamellen, hvilken förenar ändarne af två trådspiraler, kommer på nära lika afstånd mellan båda. Induktorns ledning gjordes till en början af fyrkantiga kopparstänger, hvilka fastskrufvades på skifvor, fastsatta vid induktorns ändar och isolerade från hvarandra. Men i

FIG. 135.

FIG. 136.

anseende till svårigheten att erhålla en god kontakt med det stora antalet skrufvar, har man förändrat anordningen på sätt fig. 136 visar. Induktorns kärna bildas af en cylinder med

uppstående kanter, af hvilka den på ena sidan sedermera fast-skrufvas, samt af \ mm. tjocka järnplåtsskifvor, sinsemellan isolerade med papper. Den så isolerade järnkärnan anbringas på maskinaxeln och svarfvas. Trådarna upplindas däröfver och qvarhållas med tänder af papp. Kollektorn bildas af kopparstänger, som isoleras medelst glimmer och qvarhållas af en hylsa i två delar (se fig. 137), hvarmed deras ändar fastkläm-

PlG. 137.

mas. Lamellerna förses med radiela framsprang af mässing, hvilka tillsamman bilda likasom ett tandadt hjul med trånga och djupa mellanrum till tänderna, där trådarne finna sin plats. Vid de största maskinerna lödas icke trådarne, utan fasthålla» genom en skifva, som skrufvas och lödes till nyssnämnda tänder. Mellan elektromagnetens undre del, d. v. s. polskorna, samt gjutjärnsfoten till maskinen, anbringas ett zinkstycke, hvarigenom magnetisk läckning förhindras.

135* Schuckerts dynamo-maskin. - Denna dynamo, som vunnit vidsträckt användande och i Sverige mångenstädes blifvit begagnad vid de af "Elektriska byrån" utförda anläggningarna, är att betrakta såsom en modifikation af Grammes dynamo-maskin. Induktorn utgöres af en platt ring, hvars järn-kärna är hopsatt af ett antal tunna, från hvarandra isolerade skifvor. För öfrigt är induktorn anordnad såsom vid Grammes "verkstadstyp", och detta gäller äfven i hufvudsak för elektromagneterna. Fig 138 visar utseendet af den vanligaste typen af Schuckerts i Nurnberg tillverkade maskiner, hvarvid är att anmärka, att de mot hvarandra vända polerna af de båda öfre elektromagneterna äro liknämniga och egande motsatt polaritet med de båda undre närbelägna polerna. Kraftlinierna komma således att gå t. ex. från den öfre elektromagneten till venster genom järnkärnan i induktorn till den undre elektromagneten

FIG. 138.

till venster och vidare uppåt genom den på samma sida varande delen af maskinställningen. På samma sätt uppstår ett andra system af kraftlinier i maskinens till höger varande del.

Vid en nyare konstruktion af samma dynamo har man anbragt medelplanet genom elektromagneterna horisontalt. De största maskinerna göras fyrpoliga samt till och med sexpoliga. Äfven i England tillverkas dylika maskiner med en af Mordet/ angifven modifikation. Det bör nämligen anmärkas, att om en Grammes ring anbringas i ett magnetiskt fält med 4, 6 eller 8 par poler

FIG. 139.

af omvexlande polaritet, äfven lika många neutrala punkter uppkomma. Man skulle därför behöfva 4, 6 eller 8 borstar anbragta symmetriskt vid kollektorns omkrets. Vill man däremot blott göra bruk af två borstar, kan man använda den af Mordey begagnade metoden, som schematiskt åskådliggöres af fig. 139. Till den vanliga trådlindningen fogas tvärföreningar, hvarmed de delar af induktorledningen sättas i förbindelse, hvilka samtidigt ega lika potential. Detta kan ske antingen genom förening af lameller i kollektorn eller af trådar i induktorn. Vid

fyrapoisringen, hvilken afbildningen visar, sättas de diametralt motsatta lamellerna eller trådarne i förbindelse, och man behöfver blott två borstar, hvilka likväl här komma på 90° graders afstånd från hvarandra. Vore det åter fråga om sexpolsdynamo, skulle de lameller eller trådar, som äro 120° aflägsna, förenas sinsemellan.

Schuckert-Mordeys dynamo-maskin, äfven benämnd "Victoria-dy namoa, som i England ganska mycket användes, konstrueras antingen med 4 eller 6 poler. Den skiljer sig i flera hänseenden från de äldre maskinerna af Schuckerts system, Vigtigast är härvid den förändring, att i stället för att förut polskorna utsträckte sig i en mycket stor vinkel öfver induktorn, de numera inskränkts till 30°, men omfatta ringen från dess yttre till dess inre omkrets. Dessa polskor äro af gjutjärn, och de anbringas på de cylindriska smidesjärnkärnorna till elektromagneterna. Induktorringens järnkärnas genomskärning är nästan qvadratisk. Ringen hopsättes af band utaf träkolsjärn, anbragta öfver en stark gjutjärnsring. Kontakten mellan de särskilda lagren hindras genom mellanlag af papper.

136. Wenströms dynamo-maskiner. - Vi komma nu till en uppfinning af svenskt ursprung, hvilken genom de fortsatta förbättringar den under de senare åren undergått, blifvit fullt jämförlig med och kan täfla med det bästa utlandet kan visa i fråga om dynamo-maskiner. Det är nämligen den af ingeniör * Jonas Wenström i Örebro redan år 1882 uppfunna maskin af detta slag, hvilken är patenterad både i Sverige och flere andra länder. Den kan anses ursprungligen grundad på Grammes system, men med åtskilliga förändringar, hvilka vid de nyare typerna äro ännu mer betydande. Por det första gifves åt elektromagneterna sådan form, att järn på alla sidor omsluter ledningen för magnetiseringsströmmen, och detta järnhölje utgör tillika en stomme, som förbinder lagren med polytorna. Dessutom är uti induktorns järnkärna inåt utvidgade rännor uttagna, hvari ledningen är anbragt, så att blott smala springor, igensatta med omagnetiskt ämne, afbryta induktorns236

FlG. 140.

FIG. ui. ^_

järnyta. För öfrigt anordnas maskinen på flera olika sätt. Sålunda omgifvas i vissa typer elektromagneternas trådringar af

yttre och inre järn cylindrar, hvilka i sin fortsättning utgöra dels stomme, dels polstycken. I andra typer begagnas ledningar i skifform, så att flera skifformiga trådringar omgifvas med hvar sina järnskifvor, men mellan hvarje skifpar lemnas en springa öppen för luftens cirkulation.

Fig. 140 visar i genomskärning, vinkelrät mot induktorns axel, en bland dessa maskiner, motsvarande Grammes öfre typ. Man ser häraf såväl huru ett om-hölje af järn innesluter hela maskinen som ock huru induktorns järnkärna är utskuren med sig

inåt vidgande refflör, uti hvilka trådlindningen är anbragt. Fig. 141 visar samma maskin delvis genomskuren med ett mot det förra vinkelrätt plan, gående genom axeln. Anordningen af maskin en framgår tydligt af dessa figurer, men det bör an märkas, att andra typer till utseendet väsentligt skilja sig från den afbildade. Ännu större praktiskt värde eger den nyaste typen, hvilken konstrueras såsom fyrpolig i följande olika storlekar.

U ... 16 ampere, 110 volt , . . 1,050 hvarf i min.

T ... 30 » » » . . . 900 »

R ... 50 » » » ... 800 »

V ... 80 » » » ... 700 »

Z . . . 120 » » » . . . 600 »

X ... 180 » » «... 550 »

Y ... 270 » » » ... 500

S . . . 400 D » » . . . 450 j»

FIG. 143. '

Fig. 142 visar en längdgenomskärning af sistnämnda maskin och fig. 143 en tvärgenomskärning däraf. Ehuru maskinen är fyrpolig, erfordras blott två elektromagnetlindningar. Dessa genomgås på så sätt af strömmen, att de båda mot hvarandra vända polerna till järnkärnorna blifva liknämniga. De motsatta polerna bildas af polplattor upptill och nedtill, hvilka äro hop-gjutna med järnomhöljet, under det att de horisontala elektro-magnetkärnorna äro förenade med vertikala skifvor, hvilka bilda likasom lock och fastskrufvas vid omhöljet. De oliknämniga polerna komma således på 90° afstånd från hvarandra, och samma afstånd erhålla därför borstarne.

Beträffande induktorn sammansättes dess järnkärna af tunna hoppressade plåtar, hvilka efter generatrisen äro utskurna med spår, vidgade inåt för att mottaga trådlindningen. Genom denna anordning kan afståndet mellan magnetpolerna och induktorns yta förminskas till l å 2 mm., hvilket är mindre än hvad som eljest är vanligt. Det magnetiska motståndet kommer därför att väsentligt nedsättas. Vid de äldre maskinerna fanns dock den olägenhet, att genom utskärningarna i järnkärnan ett afbrott i de magnetiska kraftliniernas öfvergång uppstod, till följd hvaraf en upphettning egde rum, så framt man icke förökade nämnda afstånd, hvarigenom återigen maskinens elektromotoriska kraft skulle sjunka till följd af det magnetiska motståndets förökning, om icke induktorn erhölle större rotationshastighet. För att undgå denna olägenhet, har man sedan år 1887 förändrat anordningen i detta hänseende på det sätt, att springorna sammaslötos och ytan blef af järn utan afbrott, hvarjämte trådarne anbragtes så långt inom periferien, att kraftlinierna kunde jämt utbreda sig, hvarför ock upphettningen förminskats. Ledningstrådarne måste efter denna anordning dragas genom de slutna rännorna. Genom att använda kraf tigare elektromagneter i förhållande till induktorn har det blifvit möjligt förhindra gnistbildning. I Sverige har "Elektriska Aktiebolaget i Stockholm" utfört ett stort antal belysnings-och andra anläggningar med omkring 200 dynamos af Wenströms konstruktion, tillsammans motsvarande omkring 2,480 elektriska hästkrafter. Numera är tillverkningen af dessa maskiner öfverlemnad till det nybildade "Allmänna svenska elektriska aktiebolaget", hvars verkstäder skola förläggas till Vesterås. Äfven i andra länder, särskildt i Norra Amerika, hafva de vunnit insteg.

Vi återkomma längre fram till försök, anstälda med Wenströms dynamo-maskiner.

137. Manchester-dynamon. - Man gifver denna benämning åt en sedan några år tillbaka använd konstruktion af

dynamo-maskinen, hvilken är uppfunnen af J. och E. Hop-kinson och utförd af firman Mather & Platt i Manchester. Sedermera äro i flera länder maskiner af tämligen likartad anordning tillverkade, och dessa maskiner tillhöra utan tvifvel de bästa i sitt slag. Fig. 144 lemnar begrepp om den vanliga formen af Manchester-dynamos. Här finnas två elektromagneter med vertikala kärnor af smidesjärn, förenade med två horisontala gjutjärnstycken, vid hvilka polskorna äro fäst-gjutna. Induktorn har Grammes ring, men med obetydligt motstånd och god ventilation. Kollektorn är ovanligt stor och innehåller 40 mässingslameller, isolerade med glimmer. Vid dessa

FIG. 144

maskiner har man format polskorna på så sätt, att spelrummet mellan deras yta och induktorns är något mindre vid midten, d. v. s. vid de högsta och lägsta delarne, än vid ändarne, emedan därigenom det magnetiska fältet koncentreras och dess rubbning vid induktorns rotation förminskas.

Bland de afarter af Manchester-dynamon, som blifvit utförda, förtjänar särskildt att nämnas den af Broivn i

Oerlikon konstruerade maskinen. Induktorns järnkärna är sammansatt af tunna plåtar, försedda med hål vid omkretsen, omkring l mm. därifrån för tradarnes upptagande likasom vid Wenströms nyaste dynamo-konstruktion. Järnplåtarne sammanhållas genom änd-skifvor, förenade med skrufbultar. Induktorn är äfven här i form af Grammes ring. I hvardera af de vid omkretsen varande240

hålen ligger en grof isolerad tråd, som fullständigt uppfyller det. För att icke behöfva draga en lång tråd genom hålen, använder man korta trådstycken, hvilka hoplödas.

I Sverige äro Manchester-dynamos tillverkade hos Palm-crantz & C:o i Stockholm.

138. Brushs dynamo-maskin. - I Amerika och äfven i Europa har man gjort mycket vidsträckt bruk af en utaf ~Brush i Filadelfia konstruerad dynamo-maskin, afsedd för elektrisk belysning. Fig. 145 lemnar en schematisk framställning af dess ursprungliga anordning. M M! äro två par elektromagneter, bestående af fyra på kant stälda järnskifvor med isolerad koppartråd. De frambringa ett magnetiskt fält, i hvil-

X

Y

ket en gjutjärnsring At A5 roterar med stor hastighet kring en horisontal axel. På ringen finnas på något afstånd från hvarandra åtta spolar isolerad koppartråd, upplindad åt ständigt samma håll. Ringen är försedd med flera utskärningar för att erhålla större yta och sålunda hastigare kunna afkylas. Två och två diametralt motsatt belägna trådspolar äro förenade med den ena trådänden, under det att den andra går till en kommutator C1 (72. Induktorringen innehåller till följd häraf fyra särskilda strömsystem. Maskinaxeln är ihålig, och genom densamma ledas de till kommutatorn gående trådändar*). Kommutatorn utgöres af ett antal kopparringar, af hvilka så

*) Å figuren synes dock för större tydlighets skull trådarne som voro de liggande utanför axeln.

inånga äro fästa på axeln, som man har par trådspolar på ringen. Hvarje sådan kommutatorring är delad i två från hvarandra isolerade nära halfcylindriska segment. Trådborstar eller kopparfjädrar S19 JB2, JÖ3, B4 trycka mot dess omkrets och upptaga strömmarne. Men utom nämnda två segment finnes ett mindre dylikt, som har till ändamål att afbryta ledningen under den tid motsvarande trådspolar gå igenom den vertikala, neutrala delen af det magnetiska fältet. Till följd häraf är hvarje par trådrullar under en period af hvarje hvarf icke genom-strömmadt af elektricitet. Fördelarne häraf skulle vara dels .att ringens upphettning blifver mindre än eljest, dels att tråd-spolarne under den tid, då i dem icke någon elektromotorisk kraft är verksam, äro uteslutna ur ledningen, så att motståndet .blifver mindre.

Fig. 145 angifver sambandet mellan de särskilda ledningarna inom maskinen och åskådliggör, huru strömmarne alstras. Man ser däraf, att elektromagneternas liknämniga poler äro Tända emot hvarandra och stå midt emot trådrullarne. Därvid befinner sig A± i ett magnetiskt fält, som alstras genom de båda nordpolerna JV15 -ZV2, under det att samtidigt den motsva-Tande ringen A5 befinner sig under inflytande af de båda syd-polerna Ä±, $2. Till följd häraf induceras i Al9 A5 en ström, som föres till kommutatorn C19 där den upptages genom fjädrarna B± och J?4. Samtidigt äro kommutatorns andra delar i förening med fjädrarne .Z?2 och J53. IX och Y ingå den yttre ledningens ändar.

Maskinen har väsentligt förbättrats de senare åren, och vi skola nu omnämna dess nyare anordning, som egentligen skiljer sig från den äldre genom vissa detaljförbättringar, så att dess yttre är tämligen nära lika som förut. Fig. 146 visar maskinen i sin helhet. Elektromagneterna äro fyra på kant stående järnskifvor, omgifna med tunna, hoplödda kopparblad, bildande en oafbruten beklädnad, samt däröfver fyra eller fem med shellackfernissa indränkta skikten af papp samt slutligen trådlindningen däröfver. Ändamålet med kopparbeklädnaden ar att upptaga de extra strömmar, som eljest skulle alstras i järnkärnan, när en förändring i magnetismen eger rum.

Induktorn, som nu mera hopsättes af tunna järnband, är ringfor mig med framskjutande tänder, mellan hvilka de isolerade tråd-spolarne äro anbragta. Såsom man af det föregående finner, äro dessa förenade på helt annat sätt än spolarne till Grammes maskin. Be bilda nämligen icke en kontinuerlig ledning, utan de inre ändarne af de i samma riktning upplindade trådarne till två och två diametralt motsatta spolar äro hoplödda, hvaremot de två yttre ändarne föras längs axeln och förenas med diametralt motsatta segment å kommutatorn. För hvarje par

af trådspolar finnes en särskild kommutator. I självfva verket lemnar hvarje par spolar strömmar af vexlande riktning, söm-genom kommutatorerna förenas till afbrutna likriktade strömmar i borstarne. Vid den å figuren afbildade maskinen gifves det 8 spolar och 4 kommutatorer med 2 par borstar. Denna maskins ring har 20 eng. tum i diameter. Hvardera spolen innehåller 900 eng. fot tråd. Härigenom kan maskinen lemna en ström af 10 ampere samt med de förbättringar den numera erhållit underhålla 24 eller 25 båglampor. Men långt större maskiner äro utförda efter detta system. En typ af dem underhåller .60 lampor i följd efter hvarandra, i stället för att de äldre maskinerna af samma storlek blott kunde förse 40 lampor

FIG. 146.

med elektricitet. Dessa maskiner hafva 12 spolar samt lemna en elektromotorisk kraft af nära 3,000 volt. Slutligen anföra vi en af "Brush Electric Company" i Cleveland utförd storartad dynamo-maskin för tillverkning af alumiumbrons medelst Cowles elektriska ugn. I denna föres en elektrisk ström genom en blandning af mineraler, kol m. m., hvarvid det af strömmen alstrade värmet åstadkommer smältning och reduktion af metallerna samt dessas legering. Den nya maskinens vigt utgör 9,934 kg., hvaraf ledningstråden i de åtta elektromagneterna väger 2,642 och i induktorn 726 kg. Den sistnämnda, hvars diameter är 106 cm., har 16 spolar, hvardera med 24 hvarf tråd, bestående hvart och ett af två parallela trådar med 8,89 mm. diameter. Elektromagneterna äro anbragta i derivation. Potentialskilnaden mellan polskrufvarne är 83 volt, strömstyrkan 3,200 ampere vid 405 hvarf i minuten. Kraftmaskinen lemnar omkring 400 indikerade hästkrafter.

Brushs dynamo-maskin och elektriska lampa vunno vid sitt första framträdande för omkring tio år sedan mycket högt anseende och utgjorde föremål för de djärfvaste finansiella spekulationer. Flertalet af de därpå grundade bolagen är visserligen ruineradt, och stora penningsummor hafva härigenom gått förlorade, men obestridligt är att nämnda maskin och lampa äro väl förtjänta att anföras bland de mest själfständiga och praktiska uppfinningar r^denna väg.

. 147.

139. Thomson-Houstons dynamo-maskin. - Vi

komma nu till en mycket egendomlig konstruktion af dynamomaskiner. Den härrör af E. Thomson och E. J. Houston i Filadelfia. I Amerika har den vunnit mycket vidsträckt spridning, och äfven i Europa har den kommit i användande. Jämväl i vårt land har den fått insteg för elektrisk belysning med båglampor. Maskinen är af ganska ovanlig anordning både i afseende å induktorn, elektromagneterna och kollektorn. Fig. 147 visar maskinen från sidan. Elektromagneternas järnkärnor hafva form af rör med fläns vid ena änden och en skål fäst-gjuten vid den andra änden, på sätt fig. 148 antyder.

FIG. 148.

båda mot hvarandra vända skålar lemna plats för induktorn. Deras trådlindning är anbragt på rören, och utom dem är ett antal smidjärnsstänger lagdt mellan flänsarne dels för sammanhållande af maskinen, dels for magnetismens förstärkning och dels för skyddande af trådlindningen. Induktorn har en nära sferisk form. På dess axel äro två bugtiga järnskifvor fastsatta, hvilkas konkaviteter äro vända mot hvarandra. Mellan skifvorna går ett

antal smala järnribbor, hvaröfver fernissad t papper är spändt, bildande en utåt något konvex yta, på hvilken trådlindningen är anbragt. Denna utgöres af tre spiraler, hvilkas inre ändar äro sinsemellan förenade, men icke sättas i samband med någon annan ledare. De tre trådarne äro lindade så, att spiralernas medelplan göra 120° vinkel sinsemellan och så, att de äro på lika inedelats tand från järnkärnan. Spiralerna fasthållas medelst träpluggar, som äro insatta i hål, utborrade i järnkärnan samt med utom dem lindade trådar. Genom att spiralerna komma Öfver hvarandra, erhåller induktorn den sferiska formen. Vid rotationen induceras i spiralerna strömmar af vexlande riktning, hvilka med tillhjälp af en kommutator göras likriktade och sammanföras.

FIG. 149.

Fig. 149 visar schematiskt, huru detta sker. Här beteckna radierna A, B, C de tre spiralerna, hvilkas inre ändar äro, såsom nyss nämndes, förenade, under det att de yttre ändarne föras till motsvarande tre segment i kommutatorn. Denna är

nämligen jämväl tredelad, och den angifves i figuren genom tre starkt markerade cirkelbågar. Mot densamma glida två positiva borstar P och F samt två negativa borstar P och F. Strömmen, som kommer till P och F, går först genom en af elektromagneterna, sedermera i yttre ledningen samt återvänder * genom den andra elektromagneten till Pf och F1, såsom å figuren är antydt. Blott två af segmenten äro för en gång i beröring med borstarne, och det tredje är för tillfället uteslutet. Genom användande af två par borstar kan kontinuitet erhållas. Med denna anordning af kommutatorn skulle lätt gnistbildning mellan segmenten ega ram, och för att så mycket som möjligt förminska denna, är en liten blåsapparat anbragt, hvars utström-ningsmynningar komma nära intill borstarnes ändar och så snart dessa lemna segmenten utsända en kraftig luftström. På detta sätt försvagas de små ljusbågar, som möjligen alstras vid kommutatorn. Elåsapparaten har en cylinder med elliptisk bas, hvilken är orubbligt fäst vid dynamo-maskinens ställning, samt en i cylindern rörlig, på maskinaxeln fäst kolf med cirkelformig bas. I kolfven äro tre radiela rännor, hvaruti ebonitskifvor glida, som under rotationen till följd af centrifugalkraften trycka mot cylinderns inre yta. Härvid drifves luftströmmen genom kanaler, som mynna ut mot borstarnes ändar, såsom nyss nämndes.

Anmärkningsvärd är äfven vid denna maskin en regleringsapparat för utjämnande af strömmens intensitet. Detta sker genom att borstarne förflyttas. När strömmen är för stark, t. ex. genom att några lampor utsläckas, dragas borstarne F, Ff tillbaka, i följd hvaraf den tid förkortas, under hvilken trådspiralen verkar med sin största elektromotoriska kraft. Vid sådan reglering kortslutes maskinen för ett ögonblick sex gånger under ett hvarf, emedan F förskjutes mot P och Ff mot P, så att båda under ett ögonblick komma i beröring med samma segment. Därjämte förskjutas P och P' något litet i motsatt riktning, så att nämnda verkan underlättas, men hufvudsakligen i syfte att förminska gnistbildningen. År strömmen däremot för svag, flyttas F, Ff i stället framåt. Dessa förskjutningar verkställas automatiskt på det sätt, att borstarne äro fästa vid häfstänger, hvilka själfva genom en häfstångs-mekanism stå i förbindelse med ankaret till en elektromagnet. ISTär strömmen i hufvudledningen blifver för stark, kommer ett par trådrullar, hvarigenom den går, att afbryta ett kontakt i en biledning till nämnde elektromagnet, i följd hvaraf denne, som genomgås af hufvudströmmen i motsatt riktning mot den ström biledningen sänder därigenom, drager till sig sitt ankare och härigenom sätter häfstångsmekanismen i verksamhet. Fig. 147 till venster visar denna regulator.

Maskinen arbetar oaktadt sin invecklade anordning mycket väl. Utan tvifvel hafva uppfinnarne också på ett särdeles sinnrikt sätt lyckats öfvervinna de svårigheter, som framkallas genom de egendomliga inrättningar de gjort bruk af för strömmens frambringande. I synnerhet bör anföras, att regulatorns verkan är i hög grad fullkomlig, hvilket gör maskinen mycket lämplig att förse båglampor med elektricitet. Jämväl är kommutatorn och borstarne ganska varaktiga, fastän gnistbildningen är mycket stark.

14O. Skif-dynamos. - Man har flera konstruktioner af dynamo-maskiner, vid hvilka induktorn erhållit form af en skifva. En af de första och anmärkningsvärdaste af dessa maskiner, så vidt de äro afsedda för likriktad ström, är uppfunnen af den svenske mekanikern Thorin och är utförd af firman Öller & C:o i Stockholm. Denna dynamo-

maskin är afganska stort intresse, äfven därför att den lemnar exempel på en konstruktion, där icke någon järnkärna finnes i induktorn. Detta är visserligen äfven förhållandet med t. ex. v. Hefner-Altenecks maskin för vexelströmmar, som vi senare skola beskrifva, men den nu i fråga varande maskinen lemnar konstanta strömmar.

Det magnetiska fältet vid Thorins dynamo bildas af ett antal horisontala elektromagneter, anbragta med oliknämniga poler vända motsatt hvarandra, jämt fördelade vid omkretsen af två med ställningen förenade järnringar. Äfven de närliggande magnetpolerna äro oliknämniga. Mellan dem roterar en tunn ring af isolerad koppartråd. Denna, som är fäst på axeln mellan två metallringar, är bildad af ett stort antal trapezfor-miga spiraler, hvilkas ändar äro förenade med lamellerna af kollektorn på sätt framgår af fig. 150, så att en enda sammanhängande ledning erhålles. De vid induktorns rotation inducerade strömmarne vexla visserligen riktning vid gången förbi magnetpolerna, men på samma ställe i rymden blifver däremot strömriktningen oförändrad. Emedan de båda borstarne äfven äro anbragta i samma lägen, diametralt motsatta hvarandra, blifver den erhållna strömmen likriktad. Därjämte är induk-tionens verkan kraftig, oaktadt det magnetiska motståndet blifver tämligen stort vid kraftliniernas gång mellan motstående magnetpoler, ty genom att ringen är mycket tunn kunna dessa poler föras helt nära hvarandra och frambringa ett intensivt magnetiskt fält. Detta främjas jämväl däraf, att ringen blifver tunnare vid midten af fältet än vid yttre och inre kanterna, ty, såsom af figuren synes, blifva trådspiralerna flerdubbla vid dessa, men endast dubbel vid midten, och magneternas polytor äro formade därefter. För att gifva induktorn erforderlig styrka

är den omgifven med en mässingsring. - Genom induktorns anordning förhindras uppkomsten af foucaultska strömmar.

Thorins dynamo-maskin tillgodogör det mekaniska arbetet lika väl som andra dynamo-maskiner, men visserligen är induktorns förfärdigande ganska svårt. Emellertid äro några sådana

FIG. 150.

maskiner utförda och hafva sedan några år varit i full verksamhet.

Andra Skif-dynamos äro senare konstruerade af Desrosiers i Paris, hvars maskiner ega någon likhet med den nyss beskrifna, Fritsche i Berlin, som använder en induktor med två serier rektangulära järnstänger, hvilka på en gång tjäna såsom elektriska och magnetiska ledare, samt Polechko i St. Petersburg, som tillämpat principen för Barlows hjul o. s. v. - I det hela taget hafva dock Skif-dynamos icke vunnit något synnerligen vidsträckt användande inom praktiken.

141. Några andra dynamo-maskiner för likriktad ström. - Utom de förut i detta kapitel beskrifna dynamomaskiner gifves det ett stort antal andra, hvilka blifvit utförda och af hvilka några konstruktioner till och med i mycket stor skala vunnit tillämpning. Utrymmet medgifver oss icke att redogöra för dem alla, men vi skola åtminstone i korthet omnämna de maskiner, som af en eller annan orsak äro af större intresse.

Westons dynamo-maskiner äro i Norra Amerika mycket använda såväl för glödlamp- som båglampbelysning. De likna till utseendet temligen nära v. Hefner-Altenecks dynamos med horisontala elektromagneter. Induktorn är en truminduktor, hvars järnkäfna är sammansatt af tunna järnskifvor med framspringande tänder, mellan hvilka trådspolarne anbringas. Vid glödlampmaskinerna användes kollektor med 24 lameller samt 24 spolar, hvardera med blott ett hvarf mycket grof koppartråd. Induktorns motstånd blifver därför mycket ringa, och man kan på grund däraf, som vi framdeles skola finna, erhålla utan compoundlindning vid elektromagneterna konstant potentialskilnad mellan polerna. Man kan i själfva verket med en sådan maskin i en glödlampbelysning af 100 lampor utsläcka 99 af dessa och ändå bibehålla den återstående lampan i verksamhet.

Cromptons dynamo-maskiner äro i England mycket begagnade. De tillverkas i flera olika typer, men utmärka sig mera genom goda anordningar i afseende på detaljerna och omsorgsfullt utförande än genom någon synnerlig originalitet vid konstruktionen. Induktorn utgöres af en Grammes ring, som är tämligen långsträckt, och hvars järnkärna är bildad af tunna skifvor, fastsatta på en axel. På bestämda afstånd äro mellanrum lemnade mellan

skifvorna för ventilationens skull. Yid maskiner, afsedda for starka strömmar, begagnas i stället för trådar ett lager fyrkantiga stänger af koppar med omkring l q vem. tvärskärning, men under det att denna vid yttre sidan af ringen är nära qvadratisk, äro de inre stängerna höga och smala. Föreningen sker medelst kopparremsor. Man använder 120 sådana hvarf, hvarvid hvart tredje hvarf sättes i förbindelse med kollektorn, som har 40 lameller. När trådar användas i stället för stänger, läggas dessa i ett enda lager på yttre sidan och i två lager på den inre. Vid nyare maskiner har man äfven begagnat det af Wenström och Brown använda sättet att lägga induktortrådarne uti hål vid järnkärnans omkrets. Elektromagneterna vid de äldre maskinerna äro horisontala, liknande dem i fig. 127, p. 225 afbildade maskinen, men vid nyare Cromptons maskiner begagnas äfven andra former.

Crompton och Swiriburne hafva nyligen konstruerat dynamomaskiner med truminduktor af förändrad anordning. I ändamål

att förminska tendensen till tvärmagnetisering och demagneti-sering kopplas induktorledningarna så, att strömmarne i dem gå i motsatta riktningar i närgränsande ledare i de delar af omkretsen, där de icke skära kraftlinierna. Detta sker genom att föra föreningsstyckena icke långs diametrar utan efter kordor. Därjämte är truminduktorns järnkärna afpassad så, att den kan ventileras. - Vid andra maskiner hafva de båda uppfinnarne användt roterande fältmagnet inuti en omgifvande truminduktor. Gulchers dynamo-maskin innehåller vanligen en ringinduk-tor i ett fyrpoligt magnetfält och har ungefär samma anordning som Schuckerts dynamo. Likväl äro flera detaljer olika.

FIG. 151.

Lahmeyers dynamo-maskin, som i Tyskland vunnit vidsträckt tillämpning och äfven i Sverige börjat användas, har det utseende fig. 151 visar. Elektromagneterna omsluta större delen af maskinen, på så sätt, att trådlindningen helt och hållet kommer inuti denna, likasom förhållandet är vid Wenströms dynamos. För den skull äro vid de båda vertikala motstående sidorna af gjutjärnsramen fastgjutna järnkärnor med horisontal axel, kring hvilka trådlindningen är anbragt. Hela magnet-stället är således gjutet i ett enda stycke. Induktorn är ring-formig, men lindad efter ett af Arnold och Crompton angifvet sätt, nämligen öfver den af tunna (0,6 å 0,75 mm.) plåtar bildade järnkärnan, hvars hela yta sedan betäckes med ett tunt lager isolerande ämnen, hvaröfver ett lager af järntrådar anbringas. Borstarne äro sammansatta af tunna kopparblad. - Lahmeyers fyrpoliga dynamo har åttkantig gjutjärnsram med

fyra inåtgående elektromagnetkärnor. Den liknar närmast Gram-mes dynamo för kraftöfverföring, hvarom vi längre fram komma att tala.

Jurgensens dynamo-maskin. Vid elektricitets-utställningen i Paris 1881 fanns en af Jiirgensen (och Lorenz) i Köpenhamn uppfunnen dynamo-maskin med en induktor, som utgjorde en cylindrisk ring, samt två elektromagneter, af hvilka den ena var krökt och försedd med två armar, sträckande sig mot induktorn, och den andra anbragt inuti dennas ihålighet och afsedd att förstärka järnkärnans magnetism.*) - Jiirgensen har senare förenklat maskinen och uteslutit den inre elektromagneten, och har den i den nya formen flerestädes vunnit användande.

FIG. 152.

Haubergs dynamo-maskin är en annan dansk maskinkonstruktion, hvars utseende fig. 152 angifver. Induktorn är ring-formig. Elektromagneten är en enkel hästskomagnet med polskorna öfver och under induktorn samt trådlindningen vid sidan af denna.

Thurys dynamo-maskiner, som tillverkas af firman Cuénod, Sautter & C:o i Geneve, hafva vunnit ganska vidsträckt tillämpning. Anmärkningsvärd är i synnerhet den sexpoliga maskintypen. Järnkärnan till elektromagneten bildas af sex lika stora smidesjärnskifvor, hvilka hopställas, så att de bilda en sexhör-

*) Se vidare en uppsats i Ingeniör-Föreningens Förhandl. 1882.SEKIK-, SHUNT- OCH COMPOUNDDYNAMOS.

ning med två vertikala sidor. Dessa skifvor sammanhållas vid föreningspunkterna genom sex polskor, sträckande sig mot induktorns yta. Skifvorna äro försedda med hvar sin trådspole, hvilka samtliga äro kopplade i serie. Naturligtvis erhålla de sex polytorna omvexlande polaritet, så att t. ex. en negativ pol är omgifven af två positiva. Truminduktor användes här, och dess hastighet blifver jämförelsevis liten.

142. Serie-, shunt- och compounddynamos. -

Af det föregående synes, att dynamo-maskinerna med hänsyn till det sätt, hvarpå strömmen i elektromagneterna underhålles, kunna vara af flera olika slag.

FIG. 153.

FIG. 154.

Sålunda har man serie-dynamos, där den yttre ledningen, induktorns och elektromagneternas tradlindningar äro anbragta i följd efter hvarandra, eller med andra ord, utgöra en enda odelad ledning för den elektriska strömmen. Éig. 153 antyder schematiskt huru detta sker. Vidare har man shunt-dynamos, där elektromagneternas tradlindningar utgöra en shunt eller deri-vation af den öfriga ledningen. Induktorn och den yttre ledningen ligga här i följd, men från polskrufvarne utgår den till elektromagneterna löpande trådlindningen. Fig. 154 lemnar begrepp om en sådan maskin. En tredje klass har de senare åren vunnit vidsträckt tillämpning för elektrisk belysning: compounddynamos, vid hvilka kring elektromagneterna två särskilda tradlindningar finnas, den ena i följd med den yttre252

FIG. 155.

ledningen och induktorn, den andra i shnnt eller derivation från den öfriga ledningen. Denna af fig. 155 visade anordning

är således en kombination af de båda. förstnämnda maskinerna. I vissa fall och i synnerhet vid vexelström-maskiner underhållas elektromagneterna genom en särskild liten dynamo-maskin med konstant ström eller ock rättvändas strömmarne från vissa af induktorns trådspolar och föras genom elektromagneternas trådlindningar.

De egenskaper, som tillhöra dessa, olika slag af maskiner, skola vi längre fram lära känna, äfvensom deras till-lämpningar för olika ändamål.

143. Några detaljer Tid dynamo-maskiner. - Vi hafva redan i samband med redogörelsen för de förnämsta maskinkonstruktioner för likriktad ström anfört åtskilliga detaljer af deras anordning. Det återstår dock att taga en öfverblick af de förnämsta delarne, som ingå i sammansättningen af dylika maskiner.

Induktorn. Vanligen användes en järnkärna, hvilken då bör vara af mjukaste smidesjärn, enär dess polaritet ständigt vexlar och någon nämnvärd remanent magnetism icke får finnas. Järnkärnan sammansättes af skilda stycken i ändamål att förhindra uppkomsten af s. k. foucaultska strömmar, hvilka under induktorns rotation alstras i järnet. Delningsplanen böra för den skull vara parallela så väl med kraftlinierna som med rotationsriktningen, men afbrott bör helst icke ega rum i mag-netiseringsriktningen. Man använder, på sätt förut blifvit visadt, järnet i form af tråd eller, hvad som är bättre, band, vare sig koncentriska eller spiralformiga samt tunna skifvor eller bleck. Trådar och band isoleras från hvarandra genom oxidation, lackering eller asfaltering, men bättre är genom isolering med omlindad bomullstråd. För skifvor och äfven för band begagnas för samma ändamål tunt papper, asbestpapp eller glimmer. Induktorns koppartråd bör vara af möjligast ren koppar samt isolerad med dubbelt eller tredubbelt lager af bomullstråd, som indränkes med schellacklösning. Såsom vi förut antydt, använder man, då stor tvärskärning erfordras, antingen flera sammanlagda trådar af liten diameter, hvilka

lättare kunna upplindas, eller ock fyrkantiga stänger, endast isolerade från hvarandra med luftlager. Stundom använder man äfven kopparband,

hvilka skiljas från h varandra med mellanlagdt isoleringsmaterial. I alla händelser bör omsorg tagas för induktorns ventilation, så att upphettningen icke blifver för stark.

Elektromagneterna. Dessas kärna göres helst af mjukt smidesjärn, men detta medför väl hög kostnad, hvarför gjutjärn vanligtvis begagnas. Mitisjärnet uppgifves vara särdeles lämpligt iör detta ändamål (jämför p. 195). Bäst är om man kan bilda elektromagneten i ett enda stycke, enär tbgytorna alltid lemna ett, om ock mycket ringa mellanrum, hvarigenom det magnetiska motståndet förökas, enligt uppgift motsvarande omkring 20 cm. förlängd väg för kraftlinierna i järnet. För att förminska det magnetiska motståndet bör man, så vidt möjligt, förkorta järnkärnan och i stället föröka hennes tvärskärning. Eöreningsstyckena mellan de särskilda järnkärnorna gifvas lämpligen större tvärskärning än dessa. Beträffande tvärskärningens form, skulle visserligen cirkeln vara den fördelaktigaste, emedan den gifver minsta omkretsen åt elektromagneten, men det är svårt att fullständigt magnetisera hela massan, hvarför man oftast använder rektangulär tvärskärning med afrundade hörn. Man gör ock stundom bruk af flera bredvid hvarandra anbragta elektromagneter med cirkelformig tvärskärning, t. ex. vid vissa af Grammes och Edisons konstruktioner, men dels erfordras härigenom mera koppartråd, dels upphäfva verkningarna af de närbelägna trådspolarne delvis hvarandra. I alla händelser böra skarpa kanter och hörn undvikas hos järnmassan, emedan de föröka den magnetiska läckningen och göra fältet olikformigt. Por att förminska läckningen gör man äfven stundom bruk af ett icke magnetiskt mellanlager, t. ex. af zink, mellan elektromagnetens nedre del och maskinens gjutjärnsfotstycke. Järnets fibrer, om sådana finnas, böra komma i kraftliniernas riktning. Kärnan göres massiv, enär hastig omkastning af dess magnetism här snarare är skadlig än gagnande. Magnetismen bör nämligen i detta fall ega en viss tröghet, hvarigenom små variationer i strömstyrkan icke utöfva märkbart inflytande. Af samma skäl är det fördelaktigt, om trådlindningen hufvudsakligen är anbragt vid järnkärnans midt Så vidt möjligt bör tråden upplindas på en särskild ram, som sedan skjutes öfver kärnan.

Polskorna böra äfven helst vara af mjukaste smidesjärn och böra polytorna så vidt möjligt vara vinkelräta mot fibrerna. Vanligtvis gör man dock bruk af gjutjärn för att förminska kostnaden. De göras oftast massiva, men man skulle med fördel kunna ha dem delade efter plan, vinkelräta mot de i dem uppkommande foucaultska strömmarne. För detta ändamål kunde man sammansätta polskorna af järnplåtar. På det att det magnetiska fältet må blifva jämnare, har man gjort afståndet mellan

induktorn och polskorna större vid midten än vid kanterna af dessa, t. ex. 3 mm. vid förra och 12 mm. vid senare stället. Af samma skäl som vid elektromagnetarna böra vid polskorna skarpa kanter och hörn undvikas.

Kollektorn eller den inrättning, som är afsedd för ström-marnes uppsamling, anordnas på flera olika sätt, såsom vi af det föregående lärt känna. Vanligen följes i hufvudsak den af Gramme härrörande konstruktionen. Koppar, kanonmetall, fosforbrons eller stål användas såsom material. Man bildar lamellerna antingen genom deras utskärning ur ett enda rörformigt metallstycke eller genom att hvardera lamellen för sig gjutes eller smides och sedermera filas, inpassas och fastskrufvas i sitt läge. Lamellerna isoleras från hvarandra och från maskinaxeln medelst glimmer och vulkanisk fiber eller ock med asbest, men det sistnämnda ämnet är mindre lämpligt för ändamålet, emedan det är alltför poröst och hygroskopiskt. Man kan ock undvara ett särskildt isoleringsämne mellan lamellerna och endast skilja dem åt med ett luftlager, men man får hindra, att spån från borstarne där samlas. Ofta använder man en metallring, som, isolerad från lamellerna, skjutes öfver dessa för att säkert qvarhålla dem i sina lägen.

Borstarne. Dessa skola beröra kollektorn vid två ställen, nämligen där potentialen är högst eller lägst vid hela omkretsen. Vanligen äro vid tvåpolmaskinerna dessa ställen diametralt motsatta hvarandra, i närheten af de s. k. neutralpunkterna. Såsom vi något längre fram skola närmare utreda, kommer diametern genom dessa punkter icke att blifva fullt vinkelrät mot diametern genom elektromagnetpolerna, utan den erhåller en vridning i rotationens riktning. Till följd häraf lemnas åt borstarne ett försprång, hvars storlek beror på magnetiska fältets intensitet och styrkan af induktionsströmmen. Vid serie-dynamos är försprånget nära konstant, men eljest beror

det på yttre motståndets storlek. Det är därför behöfligt att så anbringa borstarne, att deras ställning kan efter behof förändras, hvarvid man gifver dem ett sådant läge, att gnistbildningen vid dem blifver så ringa som möjligt. De redan beskrifna maskinerna visa flera exempel i detta hänseende. Borsthål-larne böra förses med fjädrar, på det att en jämn och icke allt för svag tryckning af borsten mot kollektorn må ega rum. Naturligtvis skola borstarne vara i god ledande förbindelse med borsthållarne, hvaremot dessa delar skola omsorgsfullt isoleras från maskinställningen och axellagern. Vanligtvis sammansättes borsten af ett atital raka koppartrådar, hvilka läggas bredvid hvarandra och hoplödas vid ena änden, hvarvid ofta två lager tråd läggas öfver hvarandra. Äfven begagnas breda kopparremsor, hvilka uppskäras till en del af längden, hvarigenom kontakten försäkras vid flera punkter. Man gör jämväl bruk af borstar, bildade af smala kopparremsor, hvilka hoplödas och läggas med kanterna mot kollektorn, eller af tunna kopparbleck öfver hvarandra eller af trådduk. Man har äfven börjat använda i stället för dylika borstar skifvor af kol, och det är i synnerhet för elektromotorer sådana med fördel begagnats. I alla händelser bör man helst låta kollektor och borstar vara af olika material, och i synnerhet bör icke koppar släpa mot koppar.

Femte kapitlet.

Dynamo-maskiner för likriktad ström. (Fortsättning.)

144. Sambandet mellan den elektromotoriska kraften och potentialskilnaden vid dynamo-maskiner af olika slag. - Vi hafva redan i § 43 p. 58 redogjort för nyssnämnda samband vid elektricitetskällor i allmänhet och skola närmare taga i betraktande, huru detsamma gestaltar sig vid dynamo-maskinerna.

Låt vid en serie-dynamo E och e beteckna i volt elektromotorisk kraft och potentialskilnad mellan polskrufvarne, i strömstyrkan, r± yttre motståndet samt r2 summan af elektro-magneternas och induktorns motstånd, så är på grund af ohmska lagen

.= E = e

r1 + r2 ~ r±' hvaraf följer

-E=e-M>2.

Om återigen vid en shunt-dynamo motstånd och strömstyrka i den yttre ledningen betecknas med r^ och i1, i induktorn med r2 och i2 samt uti elektromagneterna med r3 och is, har man enligt nyssnämnda lag

E

T

äfvensom

Häraf erhålles

e . e r~> ^3 = z~

Por en compound-dynamo, sådan fig. 155 p. 252 antyder, där motstånd och strömstyrka äro i yttre ledningen ^ och i±, i elektromagnetens serie- och shuntledning r2 ochi2 samtr3 och ig samt i induktorn r4 och i4, har man

Dessutom är

e _ .

Häraf följer

. _ e

h~^

Jämför man de båda värdena å i4 erhålles slutligen

JEa;. Vid en Manchester-shunt-dynamo var e = 100,1 volt; induktorns motstånd 0,047 ohm och strömstyrkan

därstädes 142 ampere. Häraf beräknas

E = 100,1 + 0,047 . 142 = 106,8 volt.

5"' ...i 145. Verkningsgraden hos dynamo-maskiner. -

Man kan på flera olika sätt uttrycka verkningsgraden hos en dynamo-maskin. Sålunda angifver man ofta denna såsom förhållandet mellan den elektriska energien i yttre ledningen samt den mekaniska energi, som erfordras för induktorns kringvridning. I själfva verket visar detta förhållande, huru stor del af det använda mekaniska arbetet, som kan tillgodogöras. Att icke hela detta använda arbete kan komma den yttre ledningen till del är uppenbart. Ty oafsedt de mekaniska hinder, såsom friktion i lagren och luftmotstånd, hvilka alltid förefinnas och som vi anse frånräknade, uppstår effektförlust dels genom uppvärmning af elektromagneternas samt induktorns trådlindningar och dels genom de s. k. foucaultska strömmarne, hvilka induceras i järnet, Själfinduktion o. s. v. Vi anföra exempelvis

för att visa huru fulländade de nyare dynamo-maskinerna kunna vara, några resultat af försök, gjorda med en Edison-Hopkin-sons maskin (se p. 230).

Totala hästkraften................. 57,53 h.k.

Effektförlust i elektromagneterna......... 0,96 »

» i induktorn............. 1,823 »

» genom foucaultska strömmar m. m. 1,11 »

Effektförlusterna blifva således tillhopa 3,893 h.k., och dragas dessa från den totala hästkraften erhållas 53,637 h.k., utgörande 93,2 proc. af den totala hästkraften. Frånräknas de mekaniska effektförlusterna skulle i alla fall vid pass 91,5 proc. af den maskinaxeln meddelade efiekten vid en sådan maskin vara disponibel såsom elektriskt arbete i den yttre ledningen. Detta är hvad man brukar kalla den industriella verkningsgraden, hvilken dock sällan brukar öfverskrida 85 proc. Det är tydligt, att icke allt detta arbete kan tillgodogöras i glödlamporna, båglamporna eller de andra apparater, där strömmen föres, emedan någon del går förlorad genom uppvärmning af själfva ledningstråden, men denna förlust kan i vissa fall nedbringas till ett ytterst ringa värde. För öfrigt kunna andra orsaker än de anförda föranleda effektförlust. I synnerhet är ofullständig isolering en mycket ofta återkommande orsak till sådan förlust. Vi veta flera fall, då vid belysningsinrättningar dynamo-maskinen blifvit ställd omedelbart på en cementbädd ntan något isolerande mellanlag, och nedsättning i effekten därigenom uppstått.

Man kan jämväl utgå från en annan synpunkt vid bestämmande af verkningsgraden. Antag t. ex. att vid en serie-dynamo yttre motståndet är r± och inre motståndet (hos induktorn och elektromagneterna) r2 samt att i är strömstyrkan. Då är iV± energien i den yttre ledningen samt iara energien, som utvecklas inom maskinen. Den elektriska verkningsgraden g är då

Ju större det yttre motståndet är i jämförelse med det inre, dess större är således den elektriska verkningsgraden, d. v. s. dess större del af hela den utvecklade elektriska energien kan tillgodogöras.

Annorlunda blifver uttrycket för den elektriska verkningsgraden hos en shunt-dynamo. Betecknar äfven här r^ yttre motståndet samt man sätter induktorns motstånd r2 och elektro-

magneternas motstånd r3; äfvensom motsvarande strömstyrka ii9 i2 och i3, så är den elektriska verkningsgraden

,=-,

Man har därjämte följande relationer (se § 144)

"i v

i» = L -f i3 samt ^ = -1-2 x. 3 ^3 'i

I självfva verket fördelar sig den å induktorn alstrade strömmen mellan den yttre ledningen och elektromagneterna i omvändt förhållande af dessas motstånd.

Det gifves ett visst värde på yttre motståndet, som lemnar den största elektriska verkningsgraden hos en shunt-dynamo. Man finner lätt att detta motstånd är:

Vid en compound-dynamo (fig. 155, p. 252) erhålles uttrycket för elektriska verkningsgraden

där r^ är yttre motståndet, r^ motståndet hos induktorn samt r.B och r2 i elekromagnetens shunt- och serie-ledningar äfvensom i±, i4,- i8 och ia motsvarande strömstyrka. Sambandet dem emellan hafva vi redan i § 144 anfört.

Ex. Vi meddela ett exempel, innehållande uppgifter öfver mätningar och beräkningar gjorda vid en Thorins dynamo (se fig. 150, p. 247):

Antal hvarf i minuten...............1,244.

Strömstyrkan i yttre ledningen i ampere .... 62,2.

Potentialskilnaden i volt............. 102,3.

Yttre motståndet i ohm . ... 1,51.

Induktorns motstånd (varm) i ohm........ 0,11.

Elektromagneternas motstånd:

i serieledningen i ohm . . .. 0,03.

i derivationsledningen i ohm.......... 38.

Elektrisk hästkraft:

i yttre ledningen................. 8,645.

i induktorn och serieledningen......... 0,801.

i derivationsledningen............. 0,375.

Totala elektriska hästkraften............ 9,821.

Mekanisk hästkraft (efter afdrag af friktionen). . 10,179.

FIG. 156.

Verkningsgrad: mekaniskt arbete förvandladt till

elektricitet.................... 96,4 proc.

Elektrisk verkningsgrad............. 88,0 »

Disponibelt arbete i yttre ledningen...... . 85,0 »

146. Jämförelse mellan de olika slagen af dynamomaskiner. - Om vi jämföra med hvarandra serie-, shunt-och compound-dynamos, finna vi hos dem vissa egendomligheter, som göra den ena eller andra af dem lämpliga för olika ändamål. Sålunda passa serie-dynamos för drifvande af en eller flera i följd efter hvarandra anbragta båglampor samt för kraft-öfverföring och för kopparens galvanoplastik, men jämväl för [-glödlampbelys-ning,-] {+glödlampbelys- ning,+} då icke förändring i antalet lampor ifrågakommer. Fig. 156 visar grafiskt efter

Upjpenborn, huru för olika yttre motstånd vid den normala hastigheten strömstyrkan i, potentialskilnaden e, elektriska energien: heller i*r± i yttre ledningen samt verkningsgraden 0 variera vid en sådan maskin. Man ser af diagrammet, att strömstyrkan ganska hastigt aftager, när yttre motståndet tilltager. Potentialskilnaden mellan polskrufvarne växer härvid till en början, uppnår ett maximum och aftager sedermera. Äfven den elektriska

energien eger ett maximivärde, hvilket motsvarar yttre och inre motståndens likhet; verkningsgraden är då nära 0,5, men växer fortfarande vid förökadt motstånd.

Shunt-dynamon är lämplig vid de tillfällen, då man behöfver konstant potentialskilnad, t. ex. vid glodlampbelysning. Men dessutom är den passande for galvanoplastiska ändamål, emedan den icke genom den i badet uppkommande polarisationsströmmen får sin magnetism omkastad, hvilket i vissa fall kan inträffa med en serie-dynamo. Äfven för båglampbelys-ning kan den med fördel användas, då flera lampor äro

anbragta efter hvarandra, och man kan då utsläcka en eller annan lampa, utan' att reglera strömmen, förutsatt att de använda

lamporna medgifva en ringa skilnad i strÖm-styrkan. Accumulatorer laddas lämpligast med shunt-dynamos. Fig. 157 visar, äfven efter Up-penborn, en grafisk framställning för en sådan maskin vid normal hastighet af sambandet mellan yttre motståndet, strömstyrkan i1 i yttre ledningen, i2 i induktorn och i3 i elektromagneterna samt potentialskilnaden e, verkningsgraden z samt elektriska energien ei± i yttre

ledningen. Det synes af diagrammet, att strömstyrkan såväl i yttre ledningen som uti induktorn samt energien och verkningsgraden ega maximivärden för samma yttre motstånd, hvaremot potentialskilnaden mellan polskrufvarne äfvensom elektromagneternas styrka fortfarande växer med nämnda motstånd.

Hvad slutligen beträffar compounddynamos lemna de äfven vid väsentlig förändring af motståndet med konstant hastighet en nära konstant potentialskilnad, och detta ännu fullkomligare än shunt-dynamos. De passa därför särdeles väl vid mindre belysningsanläggningar med glödlampor. Användes en serie-dynamo för detta ändamål, och man borttager några lampor, komma de andra att lysa klarare, hvaremot de blifva

FIG. 158.

FIG. 157.

dunklare om antalet lampor ökas. Gör man återigen bruk af en shunt-dynamo, komma de återstående lamporna att allt mer tilltaga i glans och utsättas för att brännas. Däremot kan* man vid en compound-dynamo utsläcka flera af lamporna utan att det märkbart inverkar på de öfriga. - Jämväl vid anläggningar för kraftens fördelning från en centralanstalt äro com-pound-dynamos af stort värde. - Fig. 158 lemnar enligt samma grunder, som tillämpas i båda nyssnämnda fall en grafisk framställning af compound-dynamons egenskaper. Abscisflorna angifva det yttre motståndet samt ordinatorna potentialskilnaden e, strömstyrkan i± i yttre ledningen och elektromagneternas serieledning, iB i deras shuntledning samt i4 i induktorn äfvensom verkningsgraden s och yttre energien eil9 allt vid maskinens normala hastighet. Man ser af figuren, att såväl e som K äro nära konstanta, hvaremot i± och i^e hastigt aftaga vid växande yttre motstånd.

147. Potentialens fördelning i kollektorn till en dynamo-maskin. - Vi skola nu redogöra för åtskilliga ex-perimentela metoder i afsende å dynamo-maskiners undersökning och skola därvid till en början taga i betraktande, huru potentialen är fördelad uti kollek torn. En sådan undersökning är af gagn för att pröfva, huru induktorn verkar i maskinen. Fig. 159 ____ antyder, huru man vid försöket kan gå till väga. Två borstar eller fjädrar af metall sättas i förening med hvar sin af två närgränsande stänger eller lameller af kollektorn. Från borstarne gå ledningar till en voltmeters eller torsionsgalvano-meters polskrufvar. De vanligen använda borstarne äro däremot borttagna, och elektromagneterna underhållas genom en stapel, accumulator eller annan konstant elektricitetskälla. Yid induktorns rotation kommer jämväl den på samma axel anbragta kollektorn i rotation, och en potentialskilnad gifver sig tillkänna, hvilken är konstant vid oförändradt läge hos borstarne, men som förändras med dessas läge. Undersökes sålunda potentialskilnaden mellan två närbelägna lameller, visar det sig, att den är nära noll vid de vanliga borstarnes normala lägen, hvilka bestämmas af den neutralpunkterna sammanbindande linien samt hastigt ökas mot polerna. Den är dock störst å Ömse sidor om dessa. Fig. 160

lemnar begrepp om denna fördelning under normala torhållanden. Här uttrycka abscissorna borstarnes vinkelafstånd från

FJG. 159.262

FIG. 160.

neutrallinien, så att 90° och 270° motsvara magnetpolerna samt ordinatorna potentialskilnaden mellan två närgränsande lameller till kollektorn och således mellan två närgränsande spolar i induktorn. Kurvan framställer således tydligt, huru induktionen

försiggår vid olika delar af ett hvarf. Det synes att från neutralpunkterna induktionen hastigt växer och blifver maximum vid omkring 20° och 160°, där spolen kommer midt för ändarne af polarma-turen. Man kan såsom S. Thompson gjort på grund af e"n på nu anfördt sätt efter de omedelbara försöksresultaten konstruerad kurva bestämma den verkan, som hela induktorn till en

dynamo-maskin utöfvar. Fig. 161 visar en kurva, härledd af den förra genorn att använda samma abscissor som vid denna, men ordinater lika med summan af de föregående potential-skilnaderna. Man afsätter för den skull vid den nya kurvans konstruktion, räknadt från den punkt 0°, som motsvarar den

negativa borsten, ordinater, hvilka efter en antagen skala äro lika med arean af fig. 160 mellan O och ordinatan, som motsvarar den betraktade delen af induktorledningen. Så t. ex. erhålles ordinatan vid 90° i fig. 161 genom att taga arean mellan O och 90° af fig. 160. Ordinatorna i fig. 161 växa från O till 180°, d. v. s. från den negativa till den positiva borsten, men aftaga sedermera från 180° till 360°, då de ånyo blifva noll. Båda figurerna blifva symmetriska, om maskinens verkan är normal. Hela arean af den nya figuren lemnar begrepp om den totala elektriska energi, som utvecklas under ett hvarf af induktorn, och ordinatorna om potentialskilnaden mellan olika spolar i induktorn eller mellan olika lameller i kollektorn. Denna potentialskilnad kan äfven omedelbart uppmätas genom att förena medelst en led-

FIG. 161.

ning en voltmeters ena polskruf med den negativa af maskinens borstar och den andra polskrufven genom en annan ledning med en liten borste eller fjäder, som tryckes mot den ena eller andra af lamellerna. Man kan sedermera med de så funna potentialskilnaderna såsom ordinater, motsvarande de särskilda från den negativa polskrufven räknade båglängderna såsom abscissor, konstruera en kurva såsom fig. 161. Eller ock kan man afsätta potentialerna från en cirkels omkrets i radiens riktning på sätt fig. 162 antyder. Punkterna 4- och - motsvara de neutrala punkterna. Det kan vara af väsentligt .gagn att vid en magneto-elektrisk eller dynamo-elektrisk maskin göra en sådan undersökning, emedan man därigenom kan utröna, huruvida borstarnes läge är fördelaktigt eller polarmaturernas form eller storlek olämplig. Är detta händelsen, blifver kurvan oregelbunden eller en del af potentialkurvan, som i fig. 162 helt och hållet faller utanför cirkeln, kommer inom denna. I själfva verket har man sålunda lyckats förbättra felaktiga dynamo-maskiner. Den förbättrade Schuckert-Morley-maskinen, om hvilken vi förut talat (se § 135), är ett exempel i detta hänseende, och dess nuvarande anordning är just härledd efter den anvisning dylika försök lemnat.

148. Det inflytande induktorns järnkärna utöfvar.

- Vi skola nu taga i betraktande det inflytande, som induktorns järnkärna utöfvar på det magnetiska fältet. Redan Pa-*cinotti begagnade en järnring, formad som ett kugghjul, och trådspiralerna lindades mellan de framskjutande tänderna. Gramme ogjorde däremot bruk af en slät ring, sammansatt af järntråd. Åtskilliga senare konstruktörer, såsom Weston, Wen-ström, Brown och Lahmeyer o. a. hafva dock upptagit den förstnämndes anordning ehuru i förbättrad form. Andra hafva helt och hållit undvikit järnkärna i induktorn. I de flesta fall 'har man likväl i det väsentligaste bibehållit den släta järn-kärnan, sammansatt af tråd eller bleck för de foucaultska ström-marnes

upphäfvande. S. Thompson har anställt jämförande försök öfver dessa anordningar. Det magnetiska fältet erhölls här genom ett par stålmagneter med böjda polskor, som omfattade större delen af omkretsen till den roterande induktorn. Denna utgjordes antingen af två spiraler fin koppartråd, upplindade på en träring, eller af två sådana spiraler på en ring af järntråd eller på en ring af järnplåtar, utskuren som af ett kugghjul. Spiralerna voro anbragta diametralt motsatta hvar-

andra och egde samma dimensioner vid alla tre försöken. Två trådändar voro sinsemellan förenade, de båda andra gingo-genom en kollektor till en galvanometer. När induktorn kringvreds ett fjärdedels hvarf, erhölls ett utslag å galvanometern,. som lemnade begrepp om induktionens storlek. Härvid fick man, då man använde

induktor med träring............. 5,

» » slät järnring...........24,

» » utskuren järnring........50.

Det synes häraf, att induktionen blifver väsentligt kraftigare med järnring än utan sådan och att i synnerhet den utskurna järnringen är fördelaktig i detta hänseende. Detta måste bero på den förstärkning det magnetiska fältet vinner med järnkärnan i samband med det magnetiska motståndets förminskning och på kraftliniernas olika form i ena och andra fallet. Man får dock icke föreställa sig, att man bättre tillgodogör det mekaniska arbete, som användes för induktorns kringvridning, genom denna fältets förstärkning. Erfarenheten visar nämligen, att verkningsgraden blifver nära nog densamma vid maskiner anordnade efter hvilket som helst af dessa tre system. Mer* otvifvelaktigt är, att man med mindre hastighet hos induktorn bör kunna erhålla samma elektromotoriska kraft ju kraftigare det magnetiska fältet är. De utskurna järnringarne medföra däremot vissa olägenheter. Upphettningen blifver större, och isoleringen af induktorns trådledning försvåras genom de framskjutande tänderna. Genom senare försök har Esson funnit,» att upphettningen förebygges genom att göra bruk af många sådana tänder samt i synnerhet, om man något litet ökar afståndet mellan induktorn och de densamma omslutande polarmaturernas yta. Ventilationen af induktorn förbättras äfven härigenom. - För öfrigt medföra de framskjutande tänderna nytta hufvudsakligen för det fall, att det magnetiska fältet är tämligen svagt, men är utan synnerlig betydelse, när starka elektromagneter begagnas.

Väsentligt förbättrad är den nya anordning, som vi p. 238 omtalat, hvarigenom induktorns yta förblifver slät och trådarne anbringas i hål under densamma.

I fråga om de foucaultska strömmarne äro åtskilliga försök gjorda, bland hvilka vi anföra några af E. Fischinger med användande af v. Waltenhofens pendel. Denna utgöres af två stående elektromagneter samt en mellan dessa oscillerande pendelstång, som i stället för lins har en tjock skifva af koppar, hvilken rör sig mellan polytorna helt nära dessa. Om -man låter denna pendel svänga, innan någon ström sätter magneten*

i verksamhet, aftaga oscillationerna endast långsamt, när pendeln är så upphängd, att den är mycket lättrörlig. Men när strömmen slutes, visar sig äfven vid ringa intensitet hos densamma ett hastigt aftagande af svängningsbågen, och, i fall strömmen är stark, afstannar pendelns rörelse. Detta gäller under förutsättning af att kopparskifvan är massiv. Om den i stället är sammansatt af hoplagda kopparbleck med mellanlagda pappersblad, blifver förhållandet detsamma, men om 4en dela» genom horisontala eller vertikala utskärningar i aflånga stycken, som sammanhänga omvexlande vid motsatta ändar, eller om den sammansättes af på så sätt hoplagda remsor, försvagas magne-ternas inflytande på rörelsen i hög grad. De foucaultska strömmarne i skifvan, mellan hvilka och magneterna den retarderande kraften är verksam, kunna i sistnämnda fall icke fritt utvecklas. Man kan på så sätt ådagalägga, att dessa strömmars uppkomst undvikes, om metallen, där de skulle alstras, delas genom plan, parallela med kraftlinierna och rörelseriktningen (jämför § 143, p. 252), och detta så mycket fullständigare, ju fullständigare delningen är, d. v. s. ju större antalet delningsplan är.

149. Förhållandet mellan tyärskärningarna ho& järnkärnorna uti in duktorn o och elektromagneterna.

- Det inflytande, som detta förhållande utöfvar, är ingalunda oväsentligt. Vi skola anföra några försök, som vid "Cornell University" häröfver blifvit anstälda med en Grammes dynamo af öfre typen (se fig. 125, p. 223). Elektromagnetens kärnor äfvensom fotställningen var af ganska mjukt smidesjärn och induktorns kärna af järnplåtar, 0,46 mm. tjocka och isolerade med gummilacka från hvarandra. De jämförande försöken gjordes med användande ät olika induktorer, hvilka alla hade samma yttre diameter, men olika inre diameter. Kraftflödet, som genomgick trådspolarna bestämdes genom den elektricitetsmängd, som inducerades i en trådspiral, anbragt på induktorn och satt i förbindelse med en balistisk galvanometer, när en ström fick passera elektromagneterna eller, rättare sagdt, när man lät strömstyrkan därstädes förändras från -f- J till - J. Man gjorde på så sätt försök med tio olika induktorer, hvilkas tvärskärning var minst 17,75 och högst 42,44 qvcm., och då ifrågavarande förhållande var minst 0,561 och högst 1,34, således induktorkärnans tvärskärning i förra fallet mindre och i det senare större än elektromagnetens. Det sistnämnda var dock händelsen endast vid två af dem. Sedermera afsattes antalet ampére-hvarf i elektromagneterna såsom abscissor och det inducerade kraftflödet såsom ordinater, och kurvor uppritades motsvarande de olika induktorerna. Dessa kurvor uppstego till en början med en gemensam nära rät del från origo för att

«edan krökas konkavt mot abscissaxeln, med hvilken de till slut blefvo nära parallela. Dess nära rätliniga del sträckte sig till vid pass 2,650 ampére-hvarf och icke långt därutöfver inträffade den skarpaste krökningen. En annan kurva konstruerades sedermera med förhållandet mellan järnkärnornas tvärskärning såsom abscissa och såsom ordinator kraftflödet, motsvarande 2,650 ampére-hvarf. Fig 163 visar denna kurva.

FIG. .163.

JMan ser häraf, att när nyssnämnda förhållande växte mellan -gränserna 0,5 och 0,75 ökades kraftflödet hastigt, men något långsammare från 0,75 till 0,9 och sedan mycket långsamt. Man har därför icke fördel af att använda så stor tvärskärning hos induktorn, att den i förhållande till elektromagnetens öfverstiger 0,75 eller närmar sig enheten, ty kostnaden för koppartråden uti induktorn stiger hastigare än den elektromotoriska kraften; 0,75 kan anses som det lämpligaste. Detta gäller naturligtvis blott, när båda järnkärnorna äro af samma slags järn.

MO. Induktorns inflytande på det magnetiska fältet» - För undersökningen af dynamo-maskinerna är det af vigt att taga i betraktande fördelningen af kraftlinierna i det magnetiska fält, som bildas genom elektromagneterna samt induktorn. Det är bekant af den allmänna fysiken, att om man lägger en glasskifva öfver en magnet och strör filspån på henne, erhålles en magnetisk figur, som åskådliggör såväl kraftliniernas

FIG. 164.

form som intensiteten i olika delar af fältet, emedan denna är störst, där kraftlinierna komma hvarandra närmast. Man har jämväl tillämpat en sådan undersökningsmetod för dynamo-maskinerna, ehuru den naturligtvis för dessa erbjuder långt större svårigheter. S. Thompson har sålunda undersökt kraftlinierna vid en Grammes maskin. Det visade sig, att då induktorn var i hvila, kraftlinierna i det trånga rummet mellan polskorna och induktorns järnkärna i allmänhet blefvo parallela och på lika afstånd sinsemellan, men att de kommo hvarandra närmare vid ändarne af polskorna, där de äfven blefvo något böjda. Inuti ringen gingo jämförelsevis få kraftlinier. Oin däremot i den roterende induktorn en ström alstras, kommer det magnetiska fältet att märkbart förändras. Fig. 164 angifver schematiskt, huru i detta fall kraftlinierna komina att gestalta sig. I stället för att de förut voro tämligen jämt fördelade Öfver fältet, l^omma de nu att trängas tillhopa

vid polskons .ena sida. Järnringen, om den

magnetiserades endast af strömmen, skulle under de förhållanden figuren antyder få sin nordpol uppåt och sydpol nedåt, hvaremot den af magneterna skulle få sin nordpol längs till venster och Sydpolen längs till höger, l följd häraf erhåller ringen under båda dessa inverkningar en förflyttning af sina magnetiska poler i riktning af rörelsen. Man får därför, enligt hvad vi förut angifvit, sätta borstarne icke såsom man eljest skulle göra vid de högsta och lägsta punkterna enligt fig. 164, utan] på ett afstånd därifrån mot den sidan, dit rörelseriktningen går. Linien, som

sammanbinder borstarnes tangeringspunkter, bör vara vinkelrät mot linien, som angifver den riktning, efter hvilken kraftlinierna komma tätast. Men man får härvid uppmärksamma, att genom ringens magnetism utöfvas en reaktion på polskornas magnetism, och det är just härigenom kraftliniernas hoprängning sker på sätt figuren fram-

ställer, äfvensom att borstarnes ställning inverkar på läget af järnringens poler.

Äfven vid truminduktorer uppstå företeelser, likartade med dem vi nu omtalat, men icke så tydligt framträdande.

Den förändring det magnetiska fältet i dynamo-maskiner lider genom induktorn på sätt kraftliniernas och neutralpunkternas nu omtalade förskjutning visar, är tillräcklig att förklara neutralliniernas vridning och det försprång man måste gifva borstarne (jämför § 143, p. 254). Man har försökt förklara detta genom att det erfordras en viss tid för att magnetismen hos induktorns järnkärna skall afgifvas, hvilket i själfva verket äfven hos järnkärnans poler åstadkommo en förskjutning i rörelsens riktning, så att de icke kommo midt framför magnetpolerna. Numera har man dock öfvergifvit detta förklaringssätt. Mot detta talar det faktum, att vid maskiner, där ingen järnkärna finnes, likväl en sådan förskjutning uppstår. Utan tvifvel härrör denna af det inflytande den i induktorns trådspiraler alstrade strömmen utöfvar, hvilken, i fall en järnkärna finnes, hos denna åstadkommer en magnetism, vinkelrätt mot den af elektromagneterna frambragta. I alla händelser kan man förminska förskjutningen genom att använda elektromagneter, hvilkas tråd-lindnings magnetiserande kraft är mycket stor i jämförelse med induktorns. Äfven bör induktorn innehålla så pass mycket järn, att detta icke blifver nära mättadt med magnetism, ens vid maskinens fulla verksamhet. Ty i annat fall ega betydande förändringar i nämnda förskjutningar rum, så snart strömstyrkan förändras. Gnistbildningen vid borstarne blifver i samband härmed så mycket mindre, ju kraftigare fältmagneterna äro i jämförelse med induktorn och ju mera järn, som i denna begagnas. Man kan såsom allmän regel anföra, att alla orsaker, som förminska förskjutningen af neutralpunkterna, äfven gifva dessa ett mera stabilt läge och därigenom också förminska gnist-bildningen.

I samband med hvad nu blifvit anfördt, rörande det inflytande induktorn utöfvar på det magnetiska fältet, bor näm nas, att om vid en serie-dynamo maximum af elektromotorisk kraft blifvit uppnådt, därefter vid stigande strömstyrka en märkbar försvagning af den elektromotoriska kraften eger rum. Vi skola något längre fram i fråga om karakteristikan till sådana maskiner tydligare få begrepp härom. Man har förklarat detta genom Självfinduktion och ömsesidig induktion hos de särskilda trådspolarne uti induktorn, och utan tvifvel bidraga äfven dessa i någon mån till den elektromotoriska kraftens försvagande. Men det är en annan omständighet, som härvid är den väsentligaste. W. Siemens har nämligen visat, att en järnkärnas magnetiska moment i en bestämd riktning försvagas

genom en andra magnetiserande kraft, som verkar vinkelrätt mot den förra. Han gjorde försök häröfver på det sätt, att ett järnrör med 3 mm. godstjocklek försågs med två trådlind-ningar, den ena parallel med axeln och sträckande sig in- och utvändigt omkring röret, bildande en longitudinal spiral, den andra en vanlig transversal spiral, som åstadkom magnetism efter längdriktningen på vanligt sätt. Den förstnämnda utöfvade icke någon verkan på afstånd, den senares verkan åter kunde bestämmas genom en magnetnåls afvikning (se § 114). Försöken visade, att den långs efter röret upplindade spiralen försvagade det magnetiska momentet, som den på vanligt sätt upplindade spiralen frambragte. - Detta resultat har Schultze bekräftat samt därjämte visat, att ju starkare den sistnämnda magnetismen är, dess mindre inflytande utöfvar den förra. Han fann äfven, att valsadt järn och hårdt stål förlora mindre af sin magnetism än mjukt järn. Dessa resultat ega tillämpning vid dynamo-maskiner, och Strömberg har genom försök med en Schuckerts dynamo äfven funnit, att induktor-strömmen frambringar en demagnetiserande kraft, som motverkar elektromagneternas magnetism. Denna demagnetiserande kraft visade sig proportionel mot strömstyrkan uti induktorn, när elektromagneternas magnetiserande kraft bibehölls konstant. För samma elektromotoriska kraft erfordrades en svagare magnetiserande kraft, när induktorn var utan ström, än när samma ström genomgick såväl induktor som elektromagneter.

Man har försökt att genom särskilda anordningar förminska tendensen till tvärmagnetisering och

demagnetisering (se t. ex. § 141, p. 248), men i praktiken hafva de icke vunnit vidsträcktare tillämpning.

151. Beräkning af den elektromotoriska kraften.

- Man kan på ganska enkelt sätt beräkna för en dynamo-maskin med likriktad ström den elektromotoriska kraftens storlek i funktion af fältets styrka, hastigheten m. m. Antag nämligen, att en ledare är rörlig i ett magnetiskt fält med intensiteten F, d. v. s. ett fält med F kraftlinier per qvcm. vid det ställe, där det betraktade elementet af ledaren befinner sig, samt i är strömstyrkan i ledaren, a vinkeln mellan elementet och kraftliniens riktning, dl elementets längd, så följer af Biot och Savarts lag (§ 21), att den kraft, hvarmed elementet åverkas, är

/'= i F - dl- sin «,

när alla storheter räknas i absoluta enheter. Ty tänkte man sig det magnetiska fältet alstradt genom en magnetpol med intensiteten //, på afståndet & från elementet, vore J^=^:&2,270

hvilket värde, insatt i ofvanstående eqvation, återgåfvo Biot-Savarts formel.

Om vi nu antaga, att elementet är i rörelse med hastigheten v i det magnetiska fältet, erfordras härför kraften f, och ett hastighetskomposanten v - cos 99 motsvarande mekaniskt arbete tages härför i anspråk. Här betecknar (p vinkeln mellan hastighetens riktning och normalen till planet genom kraftlinien och elementet (fig. 165), och är detta arbete per sekund

iFv . dl . sin «- cos (p.

Detta uttryck är omedelbart till-lämpligt för en elektrisk motor, vid hvilken rörelsen uppstår genom det magnetiska fältets verkan på strömmen uti induktorn. Men det är äfven gällande i fråga om dynamo-maskinen för att angifva det mekaniska arbete, som erfordras för att hos en i ett magnetiskt fält med intensiteten F, med hastigheten v rörlig ledare inducera en ström med intensiteten i under angifna förhållanden. Detta följer däraf, att den elektriska energi, som i elementet alstras eller förbrukas måste vara eqvivalent med den mekaniska energi, som förbrukas eller alstras vid elementets rörelse. Den elektriska energien kan äfven uttryckas genom i . dE, om dE är den elektromotoriska kraften i elementet. Man kan därför sätta

i . dE = iFv . dl . sin a . cos (p, hvaraf följer

dE = Fv. dl - sin a - cos (f.

För att bestämma riktningen af den inducerade strömmen kan man tillämpa Lentf lag, enligt hvilken den inducerade strömmen motsätter sig, genom den ömsesidiga verkan mellan magneten och strömmen, den rörelse som förefinnes. Man kan jämväl tillämpa en af Faraday uppstäld regel: Tänker man sig en menniskofigur i det magnetiska faltet, så att kraftlinierna inträda vid fötterna och utgå vid hufvudet, och den ser i den riktning ledaren rör sig, är den elektromotoriska kraften och strömmen som induceras riktad åt höger.

Det funna uttrycket för den elementära elektromotoriska kraften kan göras ännu enklare. Om man nämligen betecknar det antal kraftlinier, som det nämnda elementet dl under en

FIG. 165.

sekund skär under dess rörelse i det magnetiska fältet, med d09 så har man

ds = Fv . dl sin a cos (p,

ty F är antalet kraftlinier per qvcm. i en mot dessa linier^ riktning vinkelrätt plan, och ett längdelement dl . sin «, som framfördes med hastigheten v . cos (p efter normalen till planet genom elementet och kraftlinien, skulle just på en sekund träffa det af värdet på dz gifna antalet kraftlinier. Man har därför

Således angifver antalet kraftlinier, som elementet per sekund träffar, den elektromotoriska kraften i absdluta enheter. Detta gäller för samtliga element i ledaren, och jnan kan således sätta |

E~*, ' ! '

hvarvid vi antaga, att samtliga de elektromotoriska krafterna verka åt samma håll, såsom förhållandet just är :ned de vanligen använda dynamo-maskinerna för likriktad ström under deras normala verksamhet. Om vi t. ex. tänka oss! en tvåpolig maskin med ringinduktor, så skära kraftlinierna irådspolarnea yttre sida vid gången från positiva polytan till järnkärnanr genomgå denna å Ömse sidor om maskinaxeln och utgå till den negativa polytan, ånyo skärande trådspolarne, men äfven nu på yttre sidan. Det är således endast den yttre delen af tråden, som är verksam, och den inre delen gör lika litet nyttar som den vid sidoytorna befintliga. Inuti induktorn gå blott ett litet antal kraftlinier (se fig. 164). Vid truminduktorn blifver verkan likartad, men båda de diametralt motsatta delarne i en spiral utöfva inflytande. Vid den ena som den andra formen hos induktorn till en tvåpolig dynamo går halfva antalet kraftlinier å hvardera sidan om axeln, och de i trådspolarne inducerade strömmarne utgöra tillsammans två strömmar, en å hvardera sidan om axeln, och genom kollektorn sammanföras-de till en ström. Om N betecknar det antal trådar, som finnes vid ytan, d. v. s. antalet trådhvarf hos ringinduktorn, men dubbla detta antal vid truminduktorn, n antal hvarf per minutr som induktorn under rotationen beskrifver, och Z antalet kraft* linier i det magnetiska fältet, så är det antal kraftlinier, som ledningstrådarne på induktorns yta på en sekund träffa,

NnZ 60 '

Detta är äfven värdet på den elektromotoriska kraften i absoluta enheter. Men en volt är 108 gånger så stor som en sådan enhet, och man får därför272 DYNAMO-MASKINEB MED LIKRIKTAD STRÖM.

-, NnZ

Denna eqvation är gällande vare sig fältet är likformigt eller att dess intensitet varierar från en punkt till en annan.

Man kan af den senast funna eqvationen äfven beräkna antalet kraftlinier i det magnetiska fal té t, om man genom iakttagelser bestämt den elektromotoriska kraften.

Ex. Vid en Manchester-dynamo var den elektro-motoriska kraften 106,7 volt; N = 160; n = 1,098. Häraf erhålles totala antalet kraftlinier

_ 60- 10*. 106, 7 _ 1A5 Z== 160-1098 =36'*-1Q5-

Enär hvardera polytan vid denna maskin är 400 qvcm., var antalet kraftlinier per qvcm. af polytan 9,1 . 103.

153. Sambandet mellan den elektromotoriska kraften och det magnetiska motståndet i en dynamo-maskin.

- För att kunna tillgodogöra den i näst föregående paragraf härledda eqvationen för beräkningafen dynamo-maskins elektromotoriska kraft, då man känner dess konstruktionselement, får man i stället för antalet kraftlinier införa det magnetiska motståndet, hvarom vi redan i § 119 talat. Man kan nämligen, såsom vi där visat, sätta

" P mJ

där P är den magnetiserande kraften, d. v. s. antalet hvarf-ampére mJ i elektromagneter samt R det magnetiska motståndet, uttryckt i sådana enheter att Z erhålles i de därför antagna absoluta enheterna. För att beräkna B vid en dynamos elektromagneter, kunna vi gä tillväga på analogt sätt som vi i § 119 användt i fråga om en vanlig hästsko-elektromagnet. Man kan nämligen sätta

-.(*.! **.¥).

där L betecknar medellängden hos kraftlinierna i järnet, A medeltvärskärningen i detta, k motståndet hos en kubcm. af järnet, ö afståndet mellan polytan och järnkärnan hos induktorn, a polytans storlek, genom hvilken den betraktade gruppen af kraftlinier framgår nämnda afstånd, samt kf motståndet i luften eller det magnetiska ämne kraftlinierna härvid genomgå. Enligt Kapp är vid mycket svag magnetisering hos järnet

Jc = l : 1,180 för utglödgadt smidesjärn;

FIG. lee.

För luften och de öfriga magnetiska kropparne skulle man hafva

V -1:1,64.*)

Men värdet på k blifver väsentligt större vid någorlunda tiög mättningsgrad, och man får då multiplicera det med en faktor, som är så mycket större ju högre mättningsgraden är.

(Tf. \ Tt ^>#/:9#> där q är mätt-

ningsgraden, d. v. s. förhållandet mellan det magnetiska fältets Terkliga intensitet och den största intensitet det skulle kunna erhålla. Men därjämte finge man införa i beräkningen den magnetiska läckningen. Vi skola här icke göra bruk af dessa uppgifter, utan i stället tillämpa formler, hvilka äro grundade på de framstälda grundekvationerna, men innehålla koefficienter, hvilka Kapp härledt omedelbart af försöken med .dynamo-maskiner. Dessa formler äro for:

EMa hästsko-eleJctromagne-ter (fig. 166), då båda järnkär norna äro af smidesjärn,

_______2362 mJ

JLJ --. --------------;?I~~isT"""""1-

1440- -a

och med gjutjärnskärnor

1890m/

För dubbla häst sfco-elektromagneter (fig. 167), med kärnor af smidesjärn

z = 2362 m J

1440 - - + 2j^ + -^

a AI A^

och med gjutjärnskärnor

1890 mJ

*) Corsepius har genom försök, som vi något längre fram skola anföra, erhållit väsentligt olika värden.

Här betecknar A1 tvärskärningen af induktorns järnkärna eller med andra ord den area ena hälften af kraftlinierna där har tillfälle genomlöpa, L± medellängen af deras väg uti induktorn, AI medeltvärskärningen af järnkärnan till elektromagneter ena ben samt L2 medellängden af kraftlinierna i elektro-magneten från den ena polytan till den andra. Härvid bör

FIG. 167.

uppmärksammas, att vid den enkla hästsko-elektromagneten& induktor delas kraftlinierna i två grupper, så att hela tvärskärningen blifver 2 A±, och magnetiska motståndet därstädes, då. 2 är smideskärnans relativa motstånd,

hvaremot för den dubbla hästsko-elektromagneten motståndet blifver

För sistnämnda elektromagnet inför man längden L2 af medelkraftlinien i den ena hälften, men hela antalet m tråd-lindningar för båda elektromagnetbenen. Polytan a räknas vid enkla hästsko-elektromagneten såsom hela ytan af ena polen,. men vid den dubbla magneten såsom halfva denna yta, emedan två särskilda slutna magnetiska ledningar uppkomma, hvilka genomgås af två lika system kraftlinier. På analogt sätt kan man

uppställa formler för maskiner med fyra eller ännu flera Doler. Enheterna äro centimeter och qv.-centimeter. Det är väl att märka, att de fyra ofvanstående efter Kapp*), ehuru med användande af andra enheter uppstälda eqvationer endast kunna användas vid tämligen svag mättning, på sin höjd c:a 9,000 kraftlinier per qvcm. af smidesjärnet i induktorn. Men

*) Electric transmission of energy, 3:e uppl., p. 110.

vanligen går ett större antal kraftlinier därigenom, och motståndet blifver då större. För att erhålla ett åtminstone approximativt samt närmare järnets mättning och bättre motsvarande de förhållanden, vid hvilka maskinerna i praktiken arbeta, giltigt uttryck för den elektromotoriska kraften, skola vi tillämpa Frölichs formel (§ 115). Enär på grund af den vid slutet af näst föregående paragraf funna allmänna eqvationen den elektromotoriska kraften E är proportionel mot det magnetiska fältets styrka, kan man äfven, genom att välja lämpliga värden å koefficienterna a och fc, gifva Frölichs formel utseendet

u- nj

+ bJ9

där n är antalet hvarf per minut hos induktorn. Antaga vi att vid ett visst värde å Z, nämligen J£0, som är mindre än 9,000 per qvcm., och motsvarande strömstyrkan J0 uti elektro-magneten, Kapps och Frölichs eqvationer gifva noggrant öfverensstämmande värde å E, nämligen JE?0, kan man sätta

0 ~ 60 - 108 60 - 108 E

60 - JLO8 --Nm~

där Ä± och &2 äro de värden å &, hvilka motsvara järnet i induktorn och elektromagneterna. Man kan med anledning häraf antaga

W-JLO8 ^ 2de ^j = 60 - IQ8 / L^ Lt

~~ Nm v a ' ° ~~ Nm \ 1A^ 2 A^

Man kan göra detta antagande på grund däraf, att koefficienterna k^ och &2 enligt hvad erfarenheten visat växa på samma gång som J0, hvaremot k' är oberoende af strömstyrkan. Beteckna vi för korthets skull med

erhålles, efter insättning i Frölichs formel af de gifna värdena å a och &,

,-, nNm J

60- 108(P+ Q ^~

Jo

Men genom att jämföra sinsemellan de olika uttrycken för finner man att

och insattes det härur bestämda värdet på J0, erhålles slutligen

nNmJ

volt.

Totala antalet verksamma kraftlinier i det magnetiska fältet finnes på analogt sätt att vara

~ mJ

och divideras detta värde med det största antal verksamma kraftlinier, som på grund af det i induktorn använda järnets beskaffenhet (se § 117) kan genomgå faltet erhålles mättnings-graden. mJ är den totala magnetiserade kraften, dessutom förtjänar anmärkas, att P och Q angifva de relativa magnetiska motstånden i mellanrummet mellan polytan och induktorns järnkärna samt i hela järnmassan. Dessutom har man:

För enkla hästsko-elektromagneter med smidesjärnkärnor

, 1 - !_. ' i *" '

- - _ _-

~~ 2362' i *" 2362' 2 ~~ 2362'

och med gjutjärnskärnor

7,_1800 , __ 1_ , _ 3

~ 1890 ' x "" 1890' . "" 1890*

För dubbla hästsko- elektromagneter med smidesjärnkärnor F_1440. __ 2_. _ 2 . ~2362' * ~2362' 2 2362' och med gjutjärnskärnor

P_-^29 i. -^__2_ 7 _ JL "" 1890 ; x " 1890' 2 ~ 1890"

Naturligtvis kunna dessa värden endast vara medelvärden, ty för olika slag af järn kunna de utan tvifvel ansenligt variera. För Z0 hafva vi antagit 7,000 per qvcm af induktorns järnkärna.

Ex. Vid en Edison-Hopkinsons dynamo-maskin med smidesjärnkärDa var L1=56; A± = 0,9 - 405*) = 364,5; L2 = 180; J2=^1088 (mellan 980 och 1120); a =1513; <? = 1,5; .¥ = 80; »=750; m = 3260; J=6.

Häraf beräknas

P= ; a = ; zo = 7000 2 - 364,5 = 51,03 . 10» ; E = 110,8 volt.

Potentialskilnaden till denna shunt-dynamo uppgifves vara beräknad för 105 volt vid en strömstyrka af 320 ampere. Då motståndet uti induktorn är mycket litet, nämligen 0,00995 ohm, var den elektromotoriska kraften i verkligheten 108,2 ohm vid nämnda potentialskilnad.

Några andra numeriska exempel å den approximativa beräkningen af dynamo-maskiner enligt angifna metod finnas i en afhandling af författaren, införd i Ingeniör-Föreningens Förhandlingar för år 1889.

153. Experimentel undersökning af sambandet mellan den elektromotoriska kraften och hastigheten. -

De i de båda näst föregående paragraferna härledda eqvationer visa bland annat, att vid en dynamo maskin den elektromotoriska kraften är proportionel mot induktorns rotationshastighet, förutsatt att strömstyrkan bibehålles konstant och det magnetiska taltet oförändradt, hvilket just är händelsen vid en serie-dynamo med konstant ström. Detta antagande visar, att en dynamo-maskin under sådan förutsättning förhåller sig som en magneto-elektrisk maskin, där såsom bekant elektromotorisk kraft och hastighet åtminstone intill en viss gräns äro mot hvarandra proportionela. För att pröfva i fråga varande samband vid dynamo-maskiner har Marcel Deprez anställt försök med tre sådana: den ene af v. Hefner-Altenecks konstruktion, den andre af Grammes vanliga typ, den tredje med en i hufvudsak efter Grrammes system anordnad, men hög potential frambringande maskin, hvars induktor innehöll icke mindre än 3,200 m. tråd. Eörsöken gjordes på det sätt, att maskinen som undersöktes fick rotera med liten hastighet, men så jämt som möjligt, så att en i ledningen införd galvanometer visade en konstant afvikning, tillräckligt stor för noggrann afläsning. Därefter förökades maskinens hastighet, hvarvid strömstyrkan växte, men genom att införa allt större motstånd, återfördes strömmen så nära som möjligt till sin förra intensitet J. Motståndet r i maskinen och i den yttre ledningen uppmättes, hvarefter produkten rj gaf den elektromotoriska kraften. Dividerades denna med hastigheten n erhölls en qvot, som borde vara konstant för samma maskin, så framt det i fråga varande förhållandet verkligen eger rum. Vi anföra följande försöksresultat:

*) Här är 10 proc. afdrag för isoleringen mellan de särskilda järnstyckena nti induktorn,

Maskinens beskaffenhet. Antal hvarf i minuten. Strömstyrkan i ampere. Totalt motstånd i ohm. rJ n

Afvikelsen mellan de särskilda värdena a rJ: n varierar mellan ^ och ¥|n och på så sätt, att man med hänsyn till

svårigheterna att erhålla noggranna värden, kan anse bekräftadt, att den elektromotoriska kraften är proportionel mot induktorns rotationshastighet, äfven då denna varierar mellan ganska vidsträckta gränser.,

154. Karakteristikan till magneto- oeh dynamomaskiner. - Man kan på geometrisk väg med tillhjälp af den s. k. karakteristikan lösa flera vigtiga problem rörande dynamo-maskiner. Karakteristikan, hvars egenskaper ttfHopkin* son i England och af Deprez i Frankrike först undersöktes, är den kurva, som erhålles, då man i ett rätvinkligt koordinatsystem afsätter strömstyrkan eller ock den magnetiserade kraften, d. v. s. antalet hvarf-ampére i elektromagnetlindningen såsom abscissa och såsom ordinata motsvarande elektromotoriska kraft eller ock potentialskilnaden mellan borstarne, sådan den visar sig vid konstant rotationshastighet men med olika yttre motstånd. Denna kurva

\ (

von Hefner-Alte- j necks system]

i j

j Dito -,

\

l j

i Grammes system

Maskinen med hög potential

425	13,53	0,84	0,0267
784	12,68	1,62	0,0262
1,165	13,65	2,37	0,0278
1,660	13,00	3,187	0,0250
356	5,60	0,84	0,0132
618	5,78	1,49	0,0139
1,016	5,42	2,37	0,0127
1,236	5,60	2.88	0,0130
1,470	5,95	2,19	0,0129
1,636	5,60	3,70	0,0127
1,662	5,42	3,88	0,0127
270	8,16	2,15	0,0649
526	8,16	4,15	0,0644
608	8,23	5,00	0,0672
742	8,4o	6,00	0,0679
944	8,23	7,70	0,0671
1,004	8,23	8,30	0,0680
1,160	8,23	9,45	0,0670
1,460	8,23	11,95	0,0674
200	5,60	59,3	1,659

384 6,30 103,2 1,692

470 6,12 136,4 f 1,773

606 5,95 166,4 1,633

710 5,95 j 198,8 1,662KARAKTEEISTIKOR TILL SERIE-DYNAMO-MASKINEK.

FIG. 168.

blifver olika allt efter rotationshastigheten och allt efter beskafien: foeten hos den maskin, för hvilken den bestämmes. För serie-dynamo, shunt-dynamo- och compound-dynamo-maskiner blifver den äfven helt olika. Det är i synnerhet karakteristikan för serie-dynamo-maskiner, som är af intresse att undersöka, men äfven de öfriga lämna sådana kurvor, hvilka förtjäna uppmärksamhet. Magneto-elektriska maskiner skulle ega en elektromotorisk kraft, oberoende af strömstyrkan och endast beroende af hastigheten, om det magnetiska fältets intensitet icke förändrades genom den reaktion induktorn utöfvar å magneten (jämför § 150). Det är tydligt, att strömstyrkan då måste komma att utöfva inflytande å karakteristikan. Denna kurvas form blifver såsom AS, fig. 168 visar, i stället för en rät linie ÄG parallel med abscissaxeln, hvilket blefve händelsen, om den elektromotoriska kraften vore oberoende af strömstyrkan. En dynamo-maskin för konstant ström, hvars elektromagnet underhålles medelst -strömmen från en särskild elektricitetskälla, lämnar en karak-teristika af liknande form.

För konstruktionen af karakteristikan får man naturligtvis anställa en följd af försök samt därvid bibehålla en konstant rotationshastighet samt uppmäta den strömstyrka

och elektromotoriska kraft, som erhållas med ett visst yttre motstånd. Hvarje punkt, som så bestämmes å kurvan, motsvarar olika motstånd samt däremot svarande strömstyrka och elektromotoriska kraft, hvilken sistnämnda lättast finnes genom att multiplicera strömstyrkan med det totala motståndet. Ju ilera punkter man sålunda bestämmer, desto noggrannare kan naturligtvis kurvan konstrueras.

155. Karakteristikor till serie-dynamo maskiner.

- Fig. 169 och 170 visa karakteristiker till serie-dynamo-maskiner, den förra för en Siemens, den senare för en Edison-flopkinsons maskin. Strömstyrkan J och den elektromotoriska kraften E äro afsätta såsom abscissa O A och ordinata AB. Kurvan börjar vanligen litet öfver O, hvilket härrör af en svag remanent magnetism hos elektromagneterna» järnkärna. Från begynnelsepunkten stiger kurvan hastigt uppåt nära nog i rät linie, men bildar sedan en allt mindre vinkel med abscissaxeln.

FIG. 169.

Om magneten närmar sig mättning, kan reaktionen från in~ duktorströmmen blifva af så stor betydelse, att den elektromotoriska kraften förminskas vid ökad strömstyrka, och karakteristikan^

kommer då att sänka sig nedåt efter att hafva uppnått en högsta punkt, motsvarande ett maximivärde å E. Detta är i synnerhet händelsen om elektromag-neten är svag, så att induktorns inflytande på det magnetiska fältet blifver jämförelsevis stort.

Utom denna kurva, hvilken man brukar kalla den totala karakteristikan, kan man konstruera en annan, benämnd den yttre karakteristikan, som angifver sambandet mellan potentialskilnaden P mellan pol-skrufvarne samt strömstyrkan J. A fig. 169 är denna uppdragen med prickade linier. Man kan lätt öfvergå från den ena till den andra af dessa båda kurvor. Om nämligen m betecknar maskinens, inre motstånd samt l det yttre motståndet, så är

FIG. 170.

P E

T = -

l m +

eller

m + l

= E - Jm

Drages från O en rät linie OD, hvilken bildar med abscissaxeln en vinkel w eller AOD så stor, att

tång v = m, blifver

AD = O A. tång v = Jm-och följaktligen

P=AB - AD.

Då nu, enligt definitionen, den yttre karakteristikans ordinata ÄG ^AB - BC just är P, så är AD = BC. Man kan därför

konstruera den yttre karakteristikan, då man känner den totala genom att draga linien OD, så att den bildar, med absciss-axeln en vinkel, hvars tangent är lika stor med maskinens inre motstånd, samt draga ordinater och på dem afsätta från den totala karakteristikan nedåt, afstånd lika stora med motsvarande afstånd mellan OD och abscissaxeln. Omvändt kan den totala karakteristikan lätt erhållas af den yttre.

Det följer äfven af hvad vi nu anfört, att det totala motståndet m + l angifves genom tangenten för vinkeln BO A samt det yttre motståndet genom tangenten för vinkeln COA. I själfva verket är

7 E AB m 4- l = - = ^

äfvensom

7 P A C /v., A

^ ng

Det största motstånd, med hvilket maskinen kan lämna ström vid den bestämda hastigheten, erhålles genom tangenten för gränsvinkeln vid O.

Vi hafva här antagit, att strömstyrka, elektromotorisk kraft samt motstånd på vanligt sätt angifvas i ampere, volt och ohm.

156. Ben elektriska energiens bestämning medelst karakteristikan. - Man kan utan svårighet bestämma den elektriska energi, som en dynamo-maskin kan lemna vid konstant rotationshastighet och med ett visst yttre motstånd. I själfva FIG. 171.

verket är nämligen den i hästkraft uttryckta totala

.EJ energien ......

och den yttre energien .

9,8i - 75 PJ

Om den mot det yttre motståndet svarande vinkeln COA afsattes på sätt vi i näst föregående paragraf lärt känna, bestämmes härigenom punkten C å den yttre karakteristikan, hvarefter ordina-tan AB kan dragas. E, P och J blifva härigenom kända och energien kan beräknas. Man kan jämväl för att erhålla en klar öfverblick af energien under olika förhållanden konstruera hyperblar med eqvationen

.EJ-w-9,81-75,

FIG 172

där n är l, 2, 3. 4 . . . Dessa kurvor, som å figuren äro uppdragna med prickade linier, motsvara således l, 2, 3 ... hästkrafter. Deras skärningspunkter med den totala och den yttre karakteristikan visar följaktligen huru stor elektromotorisk kraft, potentialskilnad och strömstyrka, som motsvara en total eller yttre energi af l , 2, 3 ... elektriska hästkrafter.

Den elektriska verkningsgraden (se § 145) måste tydligen angifvas genom förhållandet mellan linierna ÄG oph AB.

157. Karakteristikans förändring yid olika rotationshastighet hos serie-dynamo-maskiner. - Om man

har konstruerat den totala karakteri-stikan, motsvarande en viss rotationshastighet hos induktorn, kan man däraf utan svårighet bestämma karakteristikan, som motsvarar en större eller mindre hastighet. Såsom vi förut funnit, är vid konstant strömstyrka den elektromotoriska kraften åtminstone approximativt intill en viss gräns proportionel mot hastigheten. Låt OaA (fig. 172) vara karakteristikan vid en hastighet af N hvarf i minuten. ObS och OcC äro dylika kurvor vid en hastighet af Nf eller JV" hvarf. Då är för en bestämd strömstyrka Oi de elektromotoriska krafterna

och man kan därför finna punkter på kurvorna ObS och OcC, genom att afsätta ordinater

N. -TTT w

N'

. . ^a.

Har man funnit den nya totala karakteristikan, kan man lätt konstruera den yttre, motsvarande den förändrade hastigheten. Man har då att afsätta samma afstånd nedåt vid samma abscissa, oberoende af den större eller mindre hastighet maskinen skall erhålla.

Man får emellertid icke vänta, att full öfverensstämmelse eger rum mellan den så konstruerade karakteristikan oah den man skulle finna genom direkt uppmätning. I sjäIfva verket förhåller sig dynamo-maskinen så som skulle en viss "död gång" forefinnas eller med andra ord, såsom ett antal af hvarfven under induktorns rotationsrörelse icke frambragte elektricitet.

FIG. 173.

Karakteristikan sir såsom vi förut nämnt till en början nära rätlinig och blifver sedan allt starkare krökt. Det förra eger vanligen rum till dess den elektromotoriska kraften uppnått vid pass två tredjedelar af sitt största värde vid den bestämda hastigheten. Öfver denna gräns kommer äfven en ringa förändring i hastigheten eller i motståndet att åstadkomma en betydlig förändring i den elektromotoriska kraften. Man brukar benämna den för samma maskin konstanta strömstyrka, vid hvilken karakteristikans form öfvergår från rätlinig till krökt, för den kritiska strömmen. Denna är oberoende af rotationshastigheten. Hvarje maskin har sin kritiska ström och arbetar icke väl vid svagare ström, emedan denna icke gifver elektromagneterna erforderlig styrka.

158. Sambandet mellan karakteristikans och trådlindningens förändringar i serie-dynamo-maskiner. -

Man kan med tillhjälp af karakteristikan undersöka, hvad inflytande trådlindningens förändring utöfvar å en dynamo-maskins egenskaper. Låt OAB (fig. 173) vara den totala karakteristikan vid en viss rotationshastighet, nar induktorn har ett antal n hvarf af trådlindningen. Om vi förändra detta antal till nf, så måste vid samma rotationshastighet och för samma strömstyrka den elektromotoriska kraften förändras i förhållande af n : n'. Man kan därför konstruera den mot den förändrade maskinen svarande karakteristikan OA!Bf genom att afsätta ordinatorna A'C förändrade i förhållande af

A'C : ÄG = n': n.

Man erhåller således den nya karakteristikan lika med den som man skulle få, om man förändrade rotationshastigheten i samma förhållande som antalet trådhvarf i induktorn förändrats.

Om man däremot förändrar antalet hvarf hos elektromag-netemas trådlindning så förändras det magnetiska fältets intensitet i nära samma förhållande som detta skulle ske vid strömstyrkans förökning eller torminskning. Häraf följer, att om m

FJG. 174.

och m' beteckna elektromagneternas antal trådhvarf, så måste samma elektromotoriska kraft O D = CA erhållas så framt

A"D:AD=*m:m'..

Med andra ord, man kan konstruera den karakteristiska OA'fBf\ som motsvarar förökadt antal trådhvarf hos elektromagneterna, genom att afsätta abscissor förminskade i samma förhållande. Hvad vi nu anfört har endast afseende å den elektremoto-riskn kraften, men icke å potentialskilnaden, och gäller för öfrigt endast för serie-dynamo-maskiner.

159. Karakteristiker för shunt-dynamo-maskiner.

- Dessa kunna vara af flera olika slag.

Den yttre karakteristikan, vid hvilken potentialskilnaden mellan polskrufvarne och strömstyrkan i den yttre ledningen

uttryckas genom abscissan och ordi-natan. Fig. 174, OAS visar en sådan kurva. Det synes, att denna till en början vid svag strömstyrka, är nära rätlinig, d. v. s. potentialskilnad en är proportionel mot strömstyrkan i den yttre ledningen, men sedan går den hastigt uppåt, vänder tillbaka och träffar vid B ordi-nataxeln. Motståndet i den yttre ledningen angifves här lika som vid serie-dynamo-maskinens karak-teristika genom tangenten för vinkeln A O J, som den från punkten i fråga mot origo dragna linien b;ldar mot abscissaxeln. Det synes af kurvans form, att det yttre motståndet måste uppnå ett visst minimivärde innan någon ström alstras. Detta beror på, att styrkan af den ström, som genomgår elektromagneternas trådlindning, och således det magnetiska fältets intensitet, blifver så mycket svagare ju mindre motståndet är i den yttre ledningen i jämförelse med det af trådlindningen utöfvade motståndet (se § 144). Man brukar kalla nyssnämnda minimimotståud för det kritiska motståndet. Den inre karakteristikan, vid hvilken potentialskilnaden mellan polskrufvarne samt strömstyrkan i shunt-ledningen äro ordinata och abscissa. Denna kurva liknar den yttre karakteristikan vid en serie-dynamo. Här tjänsr den blott till att angifva elektromagneternas mättningsgrad. Men för sådana undersökningar är det lämpligast att afsätta abscissor, propor-tionela mot produkten af antalet hvarf och ampere, d, v. st

den magnetiserande kraften, i stället för ampere, emedan de båda ega samma inflytande.

Den totala karakteristikan. Vid denna angifver abscissan strömstyrkan i induktorn och ordinatan den elektromotoriska kraften. Man kan härleda denna kurva af den yttre karakteristikan på följande sätt. Låt O AB (fig. 174) vara den yttre karakteristikan. Vi konstruera först en hjelpkurva, som visar den totala strömmen i induktorn. Drag för den skull från origo .en rät linie O C, som bildar med abscissan en vinkel CO J, hvars tangent är elektromagnet-shuntens motstånd. Afsätter man sedermera stycken AF = DN, erhåller man punkter på hjälpkurvan. I själfva verket måste vid samma potentialskilnad induktorns strömstyrka vara så mycket större än den yttre ledningens, som motsvarar den genom shunten gående strömmen, och dennas styrka angifves i enlighet med ohmska lagen genom stycket

DN=OD- tång COE - f -rr

tång COJ

Stycket DF uttrycker sålunda den totala strömstyrka, som motsvarar potentialskilnaden OD. Sedan på detta sätt hjälpkurvan OFM konstruerats, drages en rät linie OG, som bildar ined abscissaxeln en vinkel .Gr O J, hvars tangent är lika stor med induktorns motstånd. Afsätter man nu stycken HF - KL, kan man på samma sätt som förut finna punkter på den totala karakteristikan OHC. Ty KL angifver det antal volt, som erfordras for att drifva strömmen med styrkan ÖL genom induktorn. Summan HL af KL och OD eller FL uttrycker således hela den elektromotoriska kraften.

Eör att bestämma den elektriska energien kan man här begagna samma metod som i fråga om serie-dynamo-maskiner. Man kan sålunda konstruera en följd af hyperblar, motsvarande l, 2, 3... elektriska hästkrafter, och dessa kurvors skärningspunkter med de yttre karakteristikorna visa huru många volt och ampere, som maskinen lämnar vid den gifna hastigheten och motståndet.

16O. Karakteristikan tör compound-dynamo-maskiner. - Om vi tänka oss, att en compound -dynamo-maskin sättes i verksamhet utan att den yttre ledningen är sluten, går den i induktorn alstrade strömmen endast genom shuntlednin-gen till elektromagneterna. Afsattes strömstyrkan i den yttre ledningen som abscissa och potentialskilnaden mellan polskruf-varne såsom ordinata, måste en punkt A på ordinataxeln motsvara förstnämnda fall. Karakteristikan ABC (fig. 175) visar för öfrigt vid oförändrad hastighet sambandet mellan potential-

skilnaden och strömstyrkan i den yttre ledningen, hvarjämte tangenten för vinkeln BOJ angifver motståndet i sistnämnda ledning. För att konstruera karakteristikan, som uttrycker sambandet mellan den elektromotoriska kraften och strömstyrkan,, kan man gå till väga på sätt, som vi användt vid serie- och shunt-dynamos. Drager man nämligen en rät linie ÖN, så att tång NÖJ är lika med summan af motstånden uti induktorn och i elektromagnetens serieledning, samt afsätter på ordinatorna stycken SL - HK, erhålles sistnämnda kurva ALM. Där är ordinatan LK den elektromotoriska kraft, som nära motsvarar strong-styrkan OK i den yttre ledningen.

Vid användandet af compound-maskinen afses vanligen att erhålla en konstant potentialskilnad mellan polskrufvarne, huru ock det yttre motståndet förändras. Detta kan ske genom att afpassa hastigheten så, att karakteristikan ABC blifver nära parallel med OJ eller ALM parallel med ÖN, Den närmast origo varande delen af dessa kurvor är nära rät, och så länge detta är händelsen, äro elektromagneterna långt från mättnings-punkten. I så fall är det möjligt att reglera hastigheten, så att potentialskilnaden blifver nära konstant, till och med om yttre ledningen öppnas.

161. Periodiska variationer i den elektromotoriska kraften. - Vi hafva hittills antagit, att vid en dynamo-elektrisk maskin för likriktad ström denna är konstant vid oförändrade yttre förhållanden. I verkligheten är detta också vanligtvis så nära händelsen, att man för beräkningen kan göra denna förutsättning, men strängt taget försiggå under hvarje hvarf hos induktorn vexlingar i strömstyrkan och i den elektromotoriska kraften, hvilka äro så mycket ansenligare ju färre antalet trådspiraler är. Vi skola taga denna företeelse i något närmare betraktande.

Att verkligen strömmen är periodiskt föränderlig kan man finna däraf, att om en trådspiral införes i yttre ledningen och en andra sådan spiral är upplindad däromkring, ehuru utan att därmed stå i ledande förbindelse, och denna sekundära ledning förenas med en hörtelefon, kan man i denna iakttaga ett ljud,, beroende på den induktion, som uppstår genom variationerna i den primära trådspiralens ström. Vore denna fullkomligt konstant, skulle icke däraf något ljud alstras.

FJG. 175.

Por att förklara dessa variationer, får man erinra sig, att visserligen trådlindningen till en dynamos induktor vanligtvis utgör en enda sammanhängande ledning, men innehåller ett större eller mindre antal spolar, hvilka äro förenade med hvarandra och med kollektorn. Efter Grammes och v. Hefner-Altenecks system gifves det två

parallela strömmar, hvilka förenas vid borstarne till en enda likriktad ström, så att man erhåller samma elektromotoriska kraft men blott hälften så stort mot stånd som af halfva trådlindningen. Tänkte vi oss, att endast två par spolar funnes, anbragta med medellinierna vinkelrätt mot hvarandra, skulle fig. 176 lämna begrepp om strömmens

FIG. 176.

variationer under ett hvarf hos induktorn, i det att kurvans ordinater angåfve den elektromotoriska kraften vid olika gradtal af rotationen. Man kan ock, utan synnerlig svårighet, men efter tämligen vidlyftiga räkningar, bestämma lagen för dessa vexlingar, och vi anföra efter S. Thompson de förnämsta resultaten af dessa undersökningar.

Antaga vi, att c är hela antalet spolar i induktorn, så är -| c det antal spolar, som genomlöpas af de likriktade strömmarne från borste till borste. Hvarje spole upptager då en vinkel {3 = n : -J c. Ben totala elektromotoriska kraften efter en vridningsvinkel v beräknas på grund häraf till

/i

H

cos ~

där w är vinkelhastigheten, Z antalet kraftlinier i det magnetiska fältet samt b antalet trådhvarf till en spole. Härvid är att märka, att när en lamell eller stång i kollektorn träffar borsten är v = O, men man får v = /?, när beröringen mellan dem, upptiör. Vid midten af lamellen är v = -J fi. Man finner da af den anförda formeln, att den elektromotoriska kraften undergår en periodisk förändring på så sätt, att vid bör-288 DOTAMO-MASKINER MED LIKRIKTAD STRÖM.

jan af en period, således när v är = 0, är E ett minimum, nämligen

" Z,co8i/S Z, .90°

och att när borsten berör midten af en lamell uppnår E sitt maximum, nämligen

Z, 90°

Vid slutet af perioden, d. v. s. när v = /S, erhålles ånyo ett minimivärde o. s. v. Det är tydligt, att under ett hvarf hos induktorn lika många variationer i den elektromotoriska kraften och således äfven i strömstyrkan måste ega rum som antalet lameller i kollektorn eller spolar uti induktorn och således c. Ju större skilnaden är mellan cot90°:^c och cosec90°:ic desto ansenligare blifver denna förändring. Vore det möjligt att begagna ett mycket stort antal spolar finge man mycket små variationer. Huru hastigt dessa närma sig till noll, i den mån c växer kan man finna af följande tabell, som angifver variationen af elektromotoriska kraften i procent af hela denna krafts storlek vid olika värden å c,

c = 4 . ... 14,04 proc.

12 .... 1,70 »

20 .... 0,61 »

36 .... 0,19 »

90 .... 0.03 »

Det synes häraf, att redan då 36 lameller begagnas i kollektorn och lika många spolar i induktorn dessa variationer äro af föga betydenhet.

162. Självinduktionen Tid dynamo-maskiner med likriktad ström. - Ehuru det är vid vexelström-maskiner, som Självinduktionen är af den största betydelsen, utöfvar den äfven vid maskiner med likriktade strömmar något inflytande. Självinduktionen verkar på ett analogt sätt på elektriciteten vid dess rörelse som trögheten gör i fråga

om en kropps rörelse, så att man stundom gifvit den benämningen elektrisk inertia, därför att den motsätter sig såväl strömmens uppkomst som dess upphörande, och detta så mycket kraftigare j u större själfinduktionskoefficienten är. Den inverkar ock på sätt och vis såsom ett förökadt motstånd (se §§ 29 och 65). Enär vid en shunt- eller compound-dynamo ett stort antal trådhvarf omgifva elektro-magneternas järnkärnor, måste denna del af ledningen erhålla «n långt större själfinduktionskoefficient än de öfriga delarne

däraf. De förändringar, som i strömmen ega rum till följd af ojämn rotationshastighet hos induktorn, inverka därför mera på denna och på den yttre ledningen än på shunten. En dynamo-maskin med shuntlindning är därför känsligare för ojämn rotationshastighet, än hvad förhållandet är med en serie-dynamo. Shunten utjämnar således visserligen de vexlingar, som härröra af det yttre motståndets förändringar, men har i<jke samma regleringsförmåga i afseende å rörelsens ojämnheter. iFör serie-dynamos är förhållandet likväl olika, i det att här Själfinduktionen i n|gon mån verkar reglerande på elektro-magneten.

Beträffande den Själfinduktion, som eger rum uti induktorn, måste de periodiska variationer, hvilka, enligt hvad vi i föregående paragraf lärt känna, alltid förefinnas i den elektromotoriska kraften och strömstyrkan, delvis utjämnas af densamma. Vi hafva redan i § 129 funnit, huru detta till en viss .grad sker äfven vid Siemens induktor.

När man afbryter en dynamo-maskins ström, uppstår genom Själfinduktionen en extra ström, som kan vara af ansenlig verkan och medföra allvarsam fara. Vi anföra efter ^Arsonvals undersökningar några resultat i detta hänseende. En galvanisk stapel och en dynamo-maskin, som lämna strömmar i rätliniga ledningar, förete icke samma fara. Det visar sig nämligen, att om man afbryter ledningen på ett ställe, så gifver stapeln knappt nog en stöt, under det maskinens verkan är långt kraftigare och i vissa fall kan verka dödande. Detta beror på att vid maskinen Själfinduktionen framkallar en kraftig extra ström, hvars potential är vida högre än den ström, som framkallat densamma. Det är således genom Själfinduktionen som faran uppstår. Man kan däraf draga den slutsats, att af två maski-oier med lika potential och lika strömstyrka den ena kan medföra väsentligt större fara än den andra äfvensom att en ström af oförändrad energi kan vara farlig i en ledning, men icke i en annan. Själfinduktionskoefficientens storlek är härvid bestämmande under för öfrigt lika omständigheter. Men en shunt-dynamo, vid hvilken äfven efter yttre ledningens afbrott, induktorn och shunten tillsammans bilda en sluten ledning, är likväl mindre farlig än en serie-dynamo.

d'Arsonval har föreslagit en anordning för att vid dynamomaskiner med hög potential förebygga faran. Han anbringar nämligen i derivation från maskinens polskrufvar en följd af voltametrar med bly och svafvelsyrehaltigt vatten till så stort antal, att polarisationen öfverväger maskinens största elektromotoriska kraft. Den direkta strömmen kan då icke genomgå derivationen, men däremot kan extra strömmen utan svårighet

gå denna väg, när ett afbrott i ledningen eger rum. Vi känna icke, huruvida detta förslag vunnit någon praktisk tillämpning. Själfinduktionen åstadkommer en, om ock ringa effektförlust och motsvarande värmeutveckling uti induktorn äfven under dennas jämna rotation, Om vi tänka oss t. ex. en Grammes maskin, så kommer i hvarje spole en inducerande verkan att utöfvas, som vexlar mellan O och ett maximivärde, och den motsvarar en viss elektromotorisk kraft, som vexlar mellan O och e eller som i medeltal är ^e, där e är proportionel mot strömstyrkan. Den elektriska energi^ som härrör från Själfinduktionen i spolen, kan därför uttryckas med \ei eller med %ui*, om i är intensiteten hos den ström, som genomgår spolen, och u dennes själfinduktionskoefficient. Denna energi kommer att förvandlas till värme eller alstra en gnista, när spolen bringas i förbindelse med endera af de båda borstarne. Om maskinen gör n hvarf i sekunden och om antalet spolar är p> så kommer den på nämnda tid förlorade energien att vara 2-np'ltui* = npui*. Betecknar J hela strömstyrkan i induktorn, sa är i = -| J, och om man därjämte betecknar hela induktorns själfinduktionskoefficient med Z, så kan hela den af i fråga varande orsak förlorade energien sättas

nLJ*

För att göra denna effektförlust så ringa som möjligt bör man söka förminska L. Ju mindre trådlindningarnas antal är i induktorn, desto mindre är koefficienten. För maskiner med grofva, korta ledningar, såsom t. ex. för elektrisk belysning med glödlampor och för galvanoplastik, blifver den mindre än för maskiner med lång, fin tråd, sådan som erfordras för diffe-rentiallainporna och för kraftöfverföring. Men helt olika är det med strömstyrkan, hvars inflytande är af större betydenhet, så att i självfva verket effektförlusten genom Självinduktion kan blifva mindre vid de sistnämnda än vid de förutnämnda maskinerna. Vi hafva här endast fästat afseende vid den verkan, de särskilda hvarfven i spolen utöfva, men därjämte uppstår induktion mellan spolarne, så att en spole, sedan han passerat borsten, utöfvar skadligt inflytande på framför varande spolar. Denna verkan är proportionel mot antalet trådlindningar i hvarje spole och blifver således mindre, om man delar induktorledningen i ett större antal särskilda spolar.

Af några försök, som Ledeboer meddelat vetenskaps-akademien i Paris, framgår, att vid Grammes maskin hela induktor-ringens självinduktionskoefficient väsentligt förminskas, när elektromagneterna blifva kraftigare. Denna koefficients storlek är däremot oberoende af strömstyrkan i induktorn. Detta antyder*

att järnkärnan i induktorn icke utöfvar väsentligt inflytande på Självinduktionen, hvilket strider mot hvad man vanligen ansett vara händelsen. Por att undersöka det inflytande järnkärnan utöfvar, anstälde Ledeboer försök med en induktionsapparat, bestående af två koncentriska trådrullar samt en flyttbar järnkärna. Användes en svag ström, fick man L = O, i o 7 utan järnkärnan, men = 0,40 3 med järnkärnan. Gjorde man däremot bruk af en stark ström, erhölls i båda fallen Z/ = 0,no. Det synes häraf, att det är genom den starka strömmen järnkärnans inverkan på Självinduktionen upphäfves.

163. Försök med dynamo-maskiner vid elektri-

citets-utställningen i Paris. - Dessa försök, som efter uppdrag af juryn utfördes af Tresca, Joubert, Potier m. fl.*), bibehålla ännu, ehuru de första omfattande i sitt slag, sitt värde genom den omsorg och de undersökningsmetoder, som vid dem användes, hvarför vi skola här anföra det vigtigaste rörande det sätt, hvarpå de anstäldes.

Mekaniska bestämningar. För erhållande af drifkraft användes i de flesta fall en ångmaskin från Olry & Grrandmonges, hvilken var uppställd nära det egentliga undersökningsrummet. Denna maskins axel meddelade rörelse till en mellanliggande axel, som fick rotera 300 hvarf i minuten, och hvarifrån medelst lämpliga remskifvor de särskilda dynamo-maskinerna, hvilka voro uppstälda framför axeln, sattes i gång. Med tillhjälp af två indikatorer togos diagrammer, visande ångans arbete i ång-cylindrarne, och häraf beräknades motsvarande hästkraft. Den vid dynamo-maskinens axel verksamma hästkraften antogs vara 85 proc. af den indikerade. Några försök gjordes dock med de särskilda motorer, som blifvit använda af utställarne. I vissa fall anstäldes dynamometerförsök, vid hvilka begagnades v. Hefner-Altenecks dynamometer, där man bestämmer arbetet genom att uppmäta skilnaden i spänning vid drifremmens båda delar.

Elektriska mätningar. ' Dessa verks tåldes med tillhjälp af Deprez' galvanometer, Siemens elektrodynamometer, Thomsons qvadrantelektrometer i den af Mascart gifna formeln **), samt de vanliga apparaterna för uppmätning af ledningsmotstånd. I synnerhet användes qvadrantelektrometern på följande sätt. Låt VL och V2 beteckna qvadrantparens och V nålens (aluminiumbladets) potentialer, Jc en konstant och d den på skalan iakttagna afvikningen. Då är

*) Exposition internationale d'électricité, T. II, p. 309- 408, Paris 1883. **) Förf. Lärobok i fysik, p. 739.

Konstanten k bestämdes genom att förena det ena paret qv ådran ter med nålen och för öfrigt sätta hvartdera paret i förbindelse med hvar sin pol af en Daniells stapel, bestående af små väl isolerade element. Då är F = F2, och ofvanstående formel blifver

Ar n antalet element i stapeln, och man antager hvartderas elektromotoriska kraft till 1,08 volt, erhålles

Wfl(l,08)a

Icke blott potentialen utan jämväl strömstyrkan kunde med elektrometern bestämmas. För den skull förenades nålen med ena paret qvadranter och hvartdera paret med ändarne A och J? af ett bekant motstånd B, infördt i ledningen. Beteckna F± och F2 ändpunkternas potentialer, så är, liksom förut,

samt strömstyrkan

J^ _JL_ i _ _ y ^

Sålunda undersöktes både konstanta och vexelströmmar. För de sistnämnda undvek man sorgfälligt alla anordningar, hvarigenom Själfinduktion framkallas. Man begagnade såsom motstånd 16 stycken kolstänger af 22 mm. diameter, anbragta bredvid hvarandra, så att strömmen gick ömsevis i ena och andra riktningen; deras sammanlagda motstånd var l ohm.

Vid försöken fick strömmen gå genom båglampor eller glödlampor. Huru dessa undersökas skola vi längre fram beskrifva. Strömmen från maskinen fördes till lamporna med en kabel af 75 koppartrådar med l mm. diameter och knappast 100 m. längd, så att dess motstånd var högst ringa.

Beträffande de resultat man af dessa mätningar erhållit, skola vi icke uppehålla oss vid dem, då de nu mera, sedan dynamo-maskinerna så väsentligt förbättrats, äro af föga intresse.

164. J. & E. Hopkinsons försök öfver dynamomaskiner. - Dessa undersökningar*), som äro af stort värde, anstäldes dels med dynamo-maskiner af Edison-Hopkinsons system (se fig. 133 & 134, p. 230) och dels med Manchester-

*) Philosophical Transactions. 1886.

dynamos (se fig. 144, p. 239). Den förstnämnda af dessa maskiner, som vid försöken mest användes, har hvartdera elektro-magnetbenet formadt jämte polstycket i ett enda smidt stycke, hvilket är omsorgsfullt anlöpt. Det horisontala tvärstycket är äfven af smidesjärn, och det är fastskrufvadt i elektromagnet-benen, sedan fogytorna med stor omsorg gjorts plana. I tvärskärningen äro benen aflånga med afrundade hörn. En zinkbas, fastbultad till maskinens bäddplåt, uppbär polstyckena. Mag-netiseringsspiralerna äro upplindade direkt på järnkärnorna och bestå af 11 lager koppartråd med 2,413 mm. diameter (13, E. W. G.), tillhopa 3,260 hvarf med en total längd af 4,570 m., anbragt i shunt. Induktorns kärna är sammansatt af omkring 1,000 plåtar mjukt bladjärn af stor magnetisk genomtränglighet Axeln är af Bessemerstål och isolerad från plåtarne. Induktorn är en truminduktor med 40 hvarf, hvartdera innehållande 16 trådar af 1,753 mm. diameter samt i två lager öfver hvarandra. Kollektorn bildas af 40 kopparlameller, isolerade med glimmer. Motståndet uti induktorn mellan motsatta lameller i kollektorn är 0,009947 ohm och uti magneti-seringsspiralerna 16,93 ohm. Vid maskinens normala verksamhet är hastigheten 750 hvarf i minuten, magnetiseringsströmmen 5,62 ampere, yttre strömmen 320 ampere och potentialskilnaden 105 volt. Karakteristikan bestämdes, och försöken häröfver bekräftade, att vid tilltagande magnetiserande kraft den elektromotoriska kraften är mindre och vid aftagande större än vid konstant kraft (jämför § 114). Vidare undersöktes det inflytande olika försprång hos borstarne utöfvar. Om förspränget var negativt och borstarne kortslötos, erhölls en ström genom inverkan af induktorn på elektromagneten, Magnetiserings-spiralerna af kopplades och induktorn förenades med en Siemens elektro-dynamometer, hvarefter utan försprång erhölls genom den remanenta magnetismen 52 ampere, men vid ett ringa positivt försprång blef strömmen nära noll, hvaremot vid ett litet negativt värde därå erhölls ända till 234 ampere. Genom att variera borstarnes ställning kunde en stadig ström af önskad styrka intill denna gräns erhållas. Om icke gnistbildningen vore så stark, skulle man kunna göra förspränget negativt vid en dynamo och genom induktorns reaktion erhålla samma resultat i fråga om strömregleringen som vid en compound-dynamo.

För att bestämma effekten användes två dynamos, helt nära lika hvarandra. Axlarne hopkopplades och försågos med en remtrissa. De elektriska ledningarna gjordes på så sätt, att den ena dynamon dref den andra såsom en

motor. Drifkraften, som vid remskifvan behöfde anbringas, motsvarade då endast förlusten vid kraftöverföringen mellan de båda maskinerna,

Genom att uppmäta den af generatorn lämnade elektriska energien samt den af remmen öfverförda mekaniska energien, kunde verkningsgraden bestämmas. Por den mekaniska mätningen begagnades v. Hefner-Altenecks dynamometer, för bestämningen af potentialskilnaden mellan generatorns polskrufvar W. Thompsons graderade galvanometer. Strömmen mellan båda maskinerna bestämdes genom att den fick genomgå ett kändt motstånd, hvars potentialskilnad mellan ändarne uppmättes genom direkt jämförelse med Clarks normalelement. Korrektion gjordes för ledningsmotstånden samt för tappfriktion och motstånden vid remmens böjning öfver trissan. Borstarne stäldes så, att icke någon gnistbildning uppstod. Vi anföra några resultat af två bland dessa försök, af hvilka det första anstäldes med större rotationshastighet och större potentialskilnad men mindre strömstyrka än det senare:

Exp. L Exp. 2,

Antal hvarf per minut............ 810 . . . 756.

Potentialskilnad vid generatorn....... 129,1 ... 96,8 volt.

Strömstyrka i yttre ledningen........ 21,6 ... 446 ampere.

Total elektr. effekt i generatorn...... 4,720 . . . 46,242 watt.

Förlust i generatorns induktor....... 0,25 . . . 4,47 proc.

» » » elektromagneter ... 18,23 ... 1,20 »

Summan af andra effektförluster i generatorn 12,52 . . . 1,00 »

Elektrisk verkningsgrad hos generatorn . . . 69,0 . . . 93,59 »

Verkningsgraden blef störst vid 400 ampere ström. Äfven med två Manchester compounddynamos gjordes dylika undersökningar. Vi anföra några resultat af dessa:

Exp. 1. Exp. 2. Exp. 3.

Borstarnea försprång vid kollektorn 17,5°.. 5° .. 0°.

Antal hvarf per minnt...... 1,098 . . 1,094 . . 1,144.

Potentialskilnad vid generatorn . 100,1 . . 103,8 . . 104,7 volt.

Strömstyrka i yttre ledningen . , 139,0 . . 41,2 .. 7,85 ampere.

Total elektr. effekt i generatorn 16,395 . . 5,015 . . 1,637 watt.

Förlust i generatorns induktor. . 5,8 .. 2 proc.

» » » shuntledning 2,2 . . 7,5 »

» » » serieledning 3,0 1,0 »

Öfriga förluster i generatorn. . . 1,9 . . 5,5 »

Elektrisk verkningsgrad i d:o . . 87,1 . . 84,0 »

Beträffande försöken Öfver den magnetiska läckningen, skola vi redogöra för dem något längre fram.

Försök med Wenströms dynamo-maskin. -

Ti skola omnämna några undersökningar öfver en stor sådan maskin af nyare konstruktion, hvilka i Norra Amerika blifvit anstälda vid "John Hopkins University". Såsom kraftmaskin användes en Armington & Sims

ångmaskin af nära 70 h.k. effekt, och genom en rem stod den i förbindelse med en dynamo-meter, som i sin ordning äfven med rem förenades med den dynamo, hvilken underkastades prof. På ett lämpligt afstånd från dennar voro anbragta de lampor och motståndsspiraler, hvarigenom strömmen fördes, äfvensom de elektriska mätningsinstrumenten. Dynamometern var af Tathams konstruktion. Strömstyrkan, som uppgick ända till 400 ampere, uppmättes dels med Thomsons våg, dels genom att iakttaga potentialskil-skilnaden mellan ändarne till flera grofva remsor af nysilfver, nedsänkta i olja.

För att bestämma friktionen fick dynamometern till en början gå utan belastning, hvarigenom dess egen friktion blef bekant, och det härför använda arbetet fråndrogs vid de följande mätningarna, hvarefter dynamo-maskinens friktion erhölls vid öppen ledning och med borstarne borttagna.

Sedermera anbragtes dynamo-maskinens borstar i deras rätta lägen, då vid förnyad mätning man erhöll förluster härrörande af tappfriktionen, af trådarnes upphettning, af foucaultska strömmar o. s. v., hvilken vid konstant hastighet icke mycket förändrades. Efter slutning af den yttre ledningen uppmättes det använda arbetet, strömstyrkan och den elektromotoriska kraften vid olika belastning.

De förnämsta resultaten af försöken, hvilka gjordes vid 330 hvarf hastighet per minut hos dynamo-maskinen, innehållas l följande tabell:

Strömstyrka. Elektromotorisk kraft. Elektrisk hästkraft. Mek. hästkraft. Uppmätta förluster (utom trådarne). Förlust o genom trå-darnes upphettning. Verkningsgrad i procent.

134,8 114,0 20,6 24,97 4,4 0,17 82,5

194,i 115,6 30,i J 35,3 4,5 0,38 85,2

371,6 98,3 49,o j 54,5 3,5 1,80 89,9

400,o 110;o 58,9 64,7 4,1 l,so 91,o

166. Undersökningar af Corsepius öfver de Kappska konstanterna. - Vi hafva i det föregående, § 152 anfört de värden å det magnetiska ledningsmotståndet, som Kapp bestämt, och hvilka sedermera blifvit mångenstädes använda vid beräkningar öfver dynamo-maskiner. Helt nyligen har Cor-296 DYNAMO-MASKINER MED LIKRIKTAD STRÖM.

sepius*) anställt försök för att pröfva dessa värden, och vi? skola i korthet redogöra för dessa undersökningar. Vid dem användes ett nytt instrument, "siderognost", bestående af en; magnetiseringsspiral, upplindad af grof koppartråd på ett mässingsrör mellan två mässingsskifvor och i hvars midt profstycket insattes mellan ändarne af ett upprättstående U-formigl järnstycke, hvilket sålunda jämte profstycket bildade en sluten magnetisk ledning. En sekundär fin ledning var upplindad omkring profstycket och en annan sådan omkring ena benet af det U-formiga järnstycket; den ena eller den andra af dessa ledningar kunde bringas i förbindelse med en galvanometer. Härtill användes en spegelgalvanometer med två magnetstänger, hvaraf den öfre var kortare än den andra och med polerna motsatta den undre magneten, hvilken sistnämnda ensamt omgafs af trådlindningen. Båda magneterna voro förenade ocb upphängda på en knippa kokongtrådar. Magnetiseringsström-men lämnades antingen af ett galvaniskt batteri eller af e» dynamo-maskin och uppmättes med torsionsgalvanometer. Vid en stor siderognost användes ända till 20 ampere ström vid 200 volt, hvilken omkastades med tillhjälp af en grof ström-vändare. För att afkyla siderognosten, hvilken mycket upphettades af de starka strömmarne, användes vatten, som fick strömma genom kylrör. Af det utslag, som den långsamt svängande galvanometern, hvilken var försedd med passande motstånd, gjorde, beräknades antalet kraftlinier, som genomgick järnet**). Corsepius utgick härvid från den förutsättning, att i en sluten magnetisk ledning en relation eger rum, motsvarande Kirchhoffs lag för en sluten elektrisk ledning. Är då antalet ampére-hvarf P, antalet kraftlinier och det magnetiska motståndet i de båda afdelningarna af den magnetiska ledningen Zi och Z2 samt R1 och JR2, så är

P = Z^ M! 4- Z^ H^.

Häraf kunde beräknas det antal kraftlinier Z^ som» genomgick det använda profstycket. Vid de förberedande försöken erhöllos såsom resultat, att järnets motstånd vid ökad? mättningsgrad väsentligen afviker från Kapps tangentlag (se*

*) Theoretische und praktische Untersuchungen zur Konstruktion Mag-netischer Maschinen, 1891.

**) Betecknas utslaget med a, svängningstiden med T, totala elektriska ledningsmotståndet med r, antalet sekundära trådhvarf med n, dämpningsförhållandet med k och dess naturliga logaritm med l samt galvanometern» reduktionsfaktor med C, så beräknades antalet kraftlinier, hvilket öfverensstämmer med den elektromotoriska kraften i absolut mått, genom formeln.

§ 115, p. 190), så att denna icke kan läggas till grund för en noggrann beräkning, samt att motståndet icke närmar sig någoa viss gräns vid tilltagande magnetisering, utan att mot hvarje magnetiserande kraft svarar ett särskildt motstånd. På grund däraf uppstäldes en ny definition på det magnetiska maximum hos en bestämd järnsort, nämligen det antal Zm kraftlinier per qvcm., hvilket genomgår en försöksstång af c:a 0,5 qvcm. tvärskärning vid 20,000 hvarf-ampére magnetiserande kraft i den använda siderognosten. Vidare sattes det magnetiska motståndet vid mättningsgraden 0,5, d. v. s. när ett antal \ Zm kraftlinier genomgick järnet per qvcm.

7? L

(i) ^ A ' C'

där L är längden i cm. och A tvärskärningsarean i qvcm. hos stången och c en koefficient, hvarjämte i allmänhet vid mättningsgraden g, motståndet uttrycktes genom

då ^ är motståndsfaktorn som motsvarade q. Vid försöken med 5 olika slag smidesjärn, 3 gjutjärn och l stål, erhöllos följande värden:

	Smidesj ärn	G ju t j ärn		Stål
1-	c = 0,0011429	c = 0, 008689	C = 0,01227	0 = 0, 00344
q=	(>=	(>=	(>=	vo =
0,05	1,058	0,228	0,523 j	1,983
0,1	0,792	0,138	0,347 |	1,427
0,15	0,667	0,148	0,353	1,127
0,2	0,602	0,192	0,373	0,973
0,25	0,577	0,266	0,413	0,890
0,3	0,588	0,366	0,463	0,880
0,35	0,639	0,485	0,563	0,853
0,4	0,722	0,627	0,677	0,857
0,45	0,840	0,793	0,793	0,867
0,5	1,000	1,000	1,000	1,000
0,55	1,233	1,339	1>23	1*210
0,6	1,717	1,813	l?5i	1,543
0,65	2,760	2,480	1,94	2,150

0,7 4,677 3,228 - " 3,383

0,75 7,90 - j - 5,460

0,8 13,50 - i - -298 DYNAMO-MASKINER MED LIKRIKTAD STRÖM.

De undersökta smidesjärnprofven, hvaraf två från Ravené, ett svenskt, ett Siegener och ett vanligt bandjärn, lämnade tämligen nära öfverensstämmande värden, och den första kolumnen i tabellen gifver medelvärden härför. Äfven tvåafgjutjärnsprofvenaf-veko föga sinsemellan, och de dem motsvarande medelvärden innehållas i andra kolumnen; det tredje profvet var af dåligt gjutjärn. Det synes af tabellen, att koefficienten c är mycket större för gjutjärn än för smidesjärn. Likaså framgår det af tabellen, att vid en viss mättningsgrad, nämligen omkring 0,25 för smidesjärnet och O, l o för gjutjärnet finnes ett minimum för Q och således för det magnetiska motståndet.

Det visade sig äfven, att vid de undersökta profven en relation mellan Zm och den specifika vigten s af järnet kunde härledas. Sålunda erhölls för smidesjärn (sp. vigt 7,6595-

7,8561):

Zm = 25,597 - 3,697 s -f 460,2 s2 och för gjutjärn (sp. vigt 7,2259-7,3511): Zm = 3,271 -f 323 s2.

Men dessa formlers koefficienter äro beräknade af allt för få uppgifter för att kunna anses fullt tillförlitliga. För smidesjärnet erhölls värden å Zm mellan 24,032 och 25,074, för gjutjärnet mellan 19,934 och 20,906, hvilka sistnämnda värden betydligt öfverstiga, hvad andra forskare funnit (jämför § 117).

Corsepius anstälde äfven försök öfver luftens magnetiska motstånd. Den förut omtalade metoden användes också vid dessa försök, med den förändring, att två platta trådspiraler anbragtes mellan plana järnskifvor och fastklämdes i det U-formiga järnstycket till siderognosten. Den ena spiralen tillhörde den primära och den andra den sekundära ledningen. Såsom sannolikt värde erhölls c = l, hvilket är väsentligt större än det af Kapp funna värdet 0,61 (se p. 273). Men det bör anmärkas, att då Kapp härledt sina värden vid dynamo-maskiner, där kraftlinierna genomgå från polytan till induktorns järnkärna icke blott ett luftlager, utan koppartråden med dess isolering, förhållandet är ganska olika mot det, som vid de nu omtalade försöken egde rum.

167. Undersökningar öfver den magnetiska spridningen. - Såsom vi förut lärt känna, komma icke samtliga de alstrade kraftlinierna i en dynamo-maskin till verksamhet uti induktorn, utan en förlust, läckning eller spridning uppstår. Yi skola nu redogöra för några undersökningar häröfver.

Till en början skola vi omnämna Hopkinsons försök, anstälda i samband med de undersökningar öfver dynamo-maskinerUNDERSÖKNINGAR ÖFVER DEN MAGNETISKA SPRIDNINGEN. 299

vi i § 164 omtalat. Kring midten af en magnetspiral till en Edison-Hopkinsons dynamo lindades ett hvarf af en tråd, och dess ändar förenades med Thomsons spegelgalvanometer, gjord balistisk. Om fältmagneternas ledning under pågående magnet-ström hastigt kortslutes, är galvanometerns utslag ett mått på den totala induktionen inom järnkärnan till elektromagneterna med försummande af den remanenta magnetismen; man erhöll sålunda utslaget 267. Borttogs hastigt kortslutningen, erhölls utslaget 261, således i medeltal 264. För att bestämma induktionen uti induktorn, löddes ledningstråden till galvanometern vid två efter hvarandra följande lameller i kollektorn, hvilka voro förenade med det hvarf af induktorn, som låg i neutral-liniens plan. Man erhöll då utslaget 200. Af 264 kraftlinier hafva således 64 gått förlorade, så att totala läckningen skulle vara i detta fall 24,2 proc. - Por att bestämma förlusten vid nedre delen lindades fyra hvarf af tråden kring zinkbotten-plåten och gjutjärnsbädden i ett vertikalt plan genom induktorns axel. En fjärdedel af det erhållna utslaget angaf läckningen genom plåten och bädden, utgörande 10,3 proc. Genom att införa en träram med tio hvarf af tråden vid olika höjd mellan magnetbenen, bestämdes på analogt sätt förlusterna mellan dessa ben till 9,8 proc. De återstående 4,1 proc. härrörde af läckningen genom axeln och från polstyckena till oket o. s. v. Det kan emellertid ifrågasättas, huruvida icke förlusten är ännu större, ty Hopkinson har hänfört den till den induktion, som vid midten af elektromagnetbenen eger rum, under det att det är sannolikt, att vid en enkel hästskomagnet det största antalet

kraftlinier genomgår oket eller föreningsstycket. Vidare är att anmärka, att om man också möjligtvis vid dynamos med kärnor af smidesjärn, såsom fallet var vid den nu omtalade, kan försumma den remanenta magnetismen hos elektromagneterna, detta icke rimligtvis kan ske när gjutjärnskärnor användas. Man får därför omkasta strömmen och anställa försök i båda riktningarne för att ur medelvärdet kunna eliminera den remanenta magnetismens inflytande. Men dessutom bör man uppmärksamma, att om endast elektromagneten förses med ström, induktorns inverkan därpå försummas. För att utföra mätningen noggrannare, kan man vid en serie-dynamo leda strömmen utifrån, i stället för att låta maskinen själf lämna ström, men fasthålla induktorn genom träkilar eller på annat sätt. Vid en shunt-dynamo bör man omkasta shuntledningen vid borstarne samt införa så stort motstånd, att induktor-strömmen erhåller den rätta storleken. Omkastas nu strömmen, har man äfven då normal ström. Corsepius har på så sätt anställt försök öfver läckningen vid en Giilcher-dynamo, där han fann icke mindre än 64 proc. förlust med induktorström, men300

47 proc. utan sådan ström. Vid Lahmeyers dyna mo erhölls 15 proc. förlust.

Ldhmeyer har själf anställt försök häröfver med sin dynamo och därvid användt en något olika metod. Vid de första försöken upplindades ett hvarf af en ledningstråd under den vanliga spolen på midten af järnkärnan och parallelt därmed ett hvarf på induktorn. Maskinen stod stilla och magneterna försågs med ström från ett accumulatorbatteri. Trådhvarfven sattes i förbindelse med en känslig spegelgalvanometer. Vid slutning och afbrytning af magnetströmmen erhölls utslag å galvano-metern, hvilket blef mindre, när det på induktorn anbragta trådhvarfvet infördes, än med det på elektromagneten upplindade. Men när båda hvarfven samtidigt infördes i serie på så sätt, att de i dem alstrade elektromotoriska krafterna motverkade hvarandra, blef utslaget pro-portionelt mot förlusten, hvilken bestämdes till 7,28 proc. - Vid de senare försöken användes samma förfaringssätt *), men trådhvarfven an-bragtes utomkring spolarne och vid olika delar af maskinen, såsom antydes af fig. 177, I-V. "Nu visade det sig, att det största utslaget erhölls vid III nära elektromagnetens början, så att därstädes det största antal kraftlinier förefans. Förlusten från denna punkt till II var 1,6 proc, till I 10,2 proc., till IV 3 proc., till V 14,6 proc. samt till induktorn vid ^10,9 proc.

168. Beräkning af konstruktionselementen till en serie-dynamo. - Vi skola nu visa, huru man »för konstruktionen af en dynamo-maskin, afsedd att uppfylla vissa vilkor, kan beräkna dess förnämsta konstruktionselement. Till en början skola vi taga en serie-dynamo i betraktande.

Vanligtvis har man på forhand bestämt den potentialskilnad e volt och den strömstyrka i ampere, vid hvilka maskinen skall

*) Vi Jölja i fråga om Lahmeyers försök en reseberättelse af ingeniör O. Frick.

FIG. 177.

arbeta under normala förhållanden. Vi antaga en förlust af p proc. elektrisk energi inom maskinen, d. v. s. att den elek-

*P triska verkningsgraden blifver l - yT^, hvarvid p högst bör

vara 8 å 10 vid vanliga maskiner, men bör kunna nedbringas till 5 vid större väl konstruerade maskiner. Man kan sålunda |>å grund af § 145 sätta

1 - -

100

Den strömstyrka, som får genomgå induktortråden per .qvmm. af tvärskärningen, kan antagas till 3,5 å 4 ampere, mindre vid stora än vid små maskiner, och vid elektromagnet-tråden till 1,5 å 2,2 ampere. På grund häraf kan man beräkna tvärskärningen till trådledningarne inom maskinen. Man får härvid uppmärksamma, att den yttre strömmen motsvarar två strömmar i induktorn, hvilka förenas vid borstarne, äfvensom att för beräkning af den

plats tråden upptager hänsyn får tagas till isoleringen. Vi anföra efter Uppenborn följande tabell:

Den med dubbel öfverspinning

Koppartrådens diameter i mm. försedda trådens diameter

i mm.

1 1,5

2 2,6

3 3,6

4 4,7

5 5,8

6 .... 6,i>

Om vi låta N beteckna antalet trådhvarf vid ringinduk-torn eller dubbla detta antal vid truminduktorn, d afståndet mellan två närliggande trådars medellinier, D induktorns diameter samt fi antalet trådhvarf, som komma öfver hvarandra {/? = !, 2, 3 . . .), kan man sätta approximativt

-

d '

hvarvid vi antaga D och å uttryckta i centimeter.

Mellan antalet hvarf i minuten, som induktorn beskrifver, «amt periferihastigheten v cm. i sekunden har man relationen

60 v302 DYNAMO-MASKINER MED LIKRIKTAD STRÖM.

Man kan bestämma n, och v på förhand efter omständigheterna. Ju större maskinen är, desto mindre värde bör n erhålla. För små maskiner har man ofta n > 1,000, men vid större maskiner är det blott några få hundra hvarf induktorn beskrifver. Lämpligt är att bestämma v, hvars värde vanligen är mellan 900 och 1,800 cm. per sekund,

Antaga vi att Z är totala antalet nyttiga kraftlinier i det magnetiska fältet samt #x det antal sådana linier, som bör framgå per qvcm. uti induktorkärnans tvärskärning Ait har man

Låt vidare / vara förhållandet mellan induktorkärnans längd och diameter, så att nämnda längd är f D, och beteckna med i förhållandet mellan induktorkärnans inre och yttre diameter, så att den förstnämnde är ID. Då är

2 ^ = /.(! - i)D\ och således

Z~*J(l-i)D*.

Men man har grundekvationen (se § 151, p. 272)

~~60.108

Elimineras Z mellan de båda sista eqvationerna erhålles såsom värde för induktordiametern, räknad till trådlindningens midt

________________ ö _

= 10- \l--^f- ., - 1,24- 10'V,

y pvej (l -i) y /ö

dE

* J (l-i)

Häraf kan man sedermera beräkna induktorns öfriga dimensioner äfvensom Z och N samt konstruera induktorn

fullständigt. Man kan vid beräkningen antaga

vid ringinduktorn ^ = 15,000, i = 0,6, " truminduktorn ^ = 10,000, i = 0,4.

Men visserligen variera värdena å 01 och i ganska mycket vid de olika maskintyperna. Detta är äfven förhållandet med /', hvars värde sällan öfverstiger 2 och oftast är < 1. Äfven bör iakttagas, att icke hela volymen af induktorkärnan upptages af järnet, utan att afdrag får göras för den magnetiska isoleringen, hvilket vid järnplåtskifvor kan antagas vid pass 10 proc, men som med järntråd uppgår till ännu mera. Men om ofvan anförda låga värden å ^1 användas, är denna korrektion knappast behöflig.

Sedan induktorn blifvit uppritad, kan man konstruera elektromagneterna med tillhörande polskor, hvilka sistnämnda vid en tvåpolsdynamo vanligen omfatta hvardera 120 å 130°.

Tvärskärningen till elektromagneteten AQ kan vid ringinduktorn

antagas till -=- A± å -^- A samt vid truminduktorn till -Q-A±

10 ' b ö

å - J.1, det första värdet vid små, det senare vid stora maskiner (jämför § 149). Men detta gäller för magneter af smidesjärn, hvilka likväl numera sällan begagnas. Vanligen gör man bruk af gjutjärn, hvars genomtränglighet för magnetismen är mindre, blott vid pass två tredjedelar af smidesjärnets, och man får då taga A2 i samma mån större.

Man kan nu på grund af de i § 152 utvecklade formler beräkna ungefärliga antalet trådhvarf m, som erfordras för elektromagnetlindningen samt konstruera karakteristikan. Lämpligt är, om elektromagnetens motstånd är mindre än induktorns vid serie-dynamos, t. ex. två tredjedelar däraf. Vid beräkningen af dessa motstånd får man iakttaga, att under gången båda trådlindningarna äro varma. Man kan på grund däraf antaga specifika ledningsmotståndet per meter och qvmm. af tråden till 0,02 (se p. 85). Man får för öfrigt ihågkomma, att vid induktorn hvardera hälften af ledningen genomgås af halfva strömmen, så att ledningens båda hälfter äro anbragta parallelt och icke i följd, hvarigenom motståndet förminskas.

De på nu anfördt sätt erhållna värdena å konstruktionselementen till en serie-dynamo få endast, i synnerhet hvad elektromagneterna angår, betraktas som en första approximation och i alla händelser få de kontrolleras genom att Beräkna den elektromotoriska kraften såsom vi förut visat (§ 152). Andra metoder, äfven grundande sig på det magnetiska motståndet, men med införande i beräkningen af den magnetiska spridningen för de särskilda delarne, äro angifna af Hopkinson, Kapp m. fl. Men då dels järnets beskaffenhet sällan är fullständigt bekant, dels den magnetiska spridningen är mycket olika från en maskintyp till en annan, är det svårt att med någon säkerhet tillämpa dessa metoder för andra typer än dem, förjivilka koefficienterna äro bestämda.

Ex. Vi skola beräkna dimensionerna till en ringinduktor för en dynamo, afsedd för 250 volt potentialskilnad och 100 ampere ström i den yttre ledningen. Vi antaga p = 7; n = 700; i = 0,6; /= 0,45 ; £ = 2;

100 z-. - 15,000. Häraf följer: £ = 268,8 volt; koppartrådens tvärskärning = --

å . TC

qvmm. och dess diameter således = 3,99 mm. och d - 0,47 cm; äfvensom induktorns diameter D = 39,9 cm. och dess längd = fD = 18 cm. Dock bör järnkärnans diameter tagas mindre = 39 cm.

169. Beräkning af konstruktlonselementen till en shunt- eller compound-dynamo. - Beträffande induktorn

sker beräkningen på väsentligen samma sätt som i fråga om en serie-dynamo. Det är hufvudsakligen för elektromagneterna, som någon olikhet eger rum. Begagna vi de. beteckningar vid shunt-dynamos, som i §§ 144 och 145 blifvit använda samt tillämpa de där härledda eqvationerna, har man

P __ ii*ri

~ioö-t>r^W:n?v

E = e+ fara; i, = i± -f i8; ^^ = ~; i8- ~;

'l A3

och om vi antaga, att det yttre motståndet r^ är sådant, att det motsvarar den största elektriska verkningsgraden, har man äfven

ri=,3\/IKI.

i y t" T

Efter insättning häraf och då r2 alltid är mycket liten vid «idan af rs, får man

_

100

1 + 2

_

-i

V

;hvaraf följer

\ p l

Antoge man t. ex. p = 10, blefve r3 = 324r2, och vore j> =5, finge man rs = 1,444 ra. I självfva verket måste man, för att erhålla hög verkningsgrad hos en shunt-dynamo, gifva åt elektromagnetlindningen ett mycket stort motstånd i jämförelse med det induktorn utöfvar. Så t. ex. var vid en Edison-Hopkinsons dynamo förhållandet mellan båda 1,702.

Strömstyrkan i shunten kan nu bestämmas. Den blifver

VI ----. l+r*

Sedermera kan man gå tillväga vid konstruktionen på samma sätt som i näst föregående paragraf.

Men man kan äfven i fråga om compound-dynamos använda ett förfaringssätt, liknande defc nu anförda, och sedan ersätta en del af den enkla elektromagnetlindningen med en serieledning af lika stor magnetiserande kraft. Lämpligen gifves denna ett mindre motstånd än induktorns, så att t. ex. ra = fr4. Man kan sedan med tillhjälp af de förut (§§ 144,

152) gifna formlerna undersöka huru den elektromotoriska kraften och potentialskilnaden förändras vid olika yttre motstånd och vid olika förhållande mellan shunt- och serielindnin-garnas motstånd, samt afpassa dessa efter behof af reglering. Därvid bör uppmärksammas, att när yttre ledningen är afbruten .gifver maskinen samma potentialskilnad mellan polskrufvarne vare sig att den verkar såsom shunt- eller compound-dynamo. Yi anföra såsom exempel, att vid en Manchester-dynamo var induktorns motstånd 0,023 ohm, shuntlindningens 19,36 ohm och serielindningens 0,012 ohm,

17O. Experimentel bestämning af den erforderliga trådlindningen hos dynnino maskiners elektromagneter. - För att vid en serie-dynamo, som är under utförande, genom försök bestämma huru många hvarf af trådlindningen som erfordras, sedan induktorn blifvit lindad, för att maskinen vid bestämd hastighet och ett visst motstånd skall lemna så stor strömstyrka och elektromotorisk kraft som påkallas, kan man provisoriskt anbringa en del af trådlindningen på elektromagneterna och satta dessa i verksamhet genom att därigenom föra strömmen från en annan dynamo-maskin eller från accumulatorer. Ett motstånd, lika stort som det, hvilket sedermera i verkligheten

förekommer, anbringas och induktorn gifves en hastighet, som allt mer ökas tills den behöfliga elektromotoriska kraften blifvit uppnådd. Strömstyrkan uppmätes och multipliceras med antalet trådhvarf man i elektromagnetlindningen begagnat. Divideras denna produkt med den strömstyrka man i verkligheten bör hafva, får man det sökta antalet trådhvarf. Trådens lämpligaste diameter kan bestämmas genom den i § 168 anförda regeln, att elektromagneternas motstånd bör vara två tredjedelar af induktorns.

Vid shunt-dynamos kan man tillämpa samma förfaringssätt genom att upplinda provisoriskt ett jämförelsevis litet antal hvarf grof tråd kring elektromagneternas järnkärna. Därefter ledes strömmen från några accumulatorer genom denna tråd under det att induktorn roterar med sin rätta hastighet. Strömmen afpassas så att elektromagneternas mättningsgrad och följaktligen den elektromotoriska kraften jämte potentialskilnaden blifva hvad de böra vara. Produkten hvarf-ampére hos elektro-magneten bestämmes. Då man känner den redan lindade induktorns motstånd r2 äfvensom det yttre motståndet rl9 kan man efter den i § 169 anförda regeln bestämma shuntens, d. v. s. här elektromagnetlindningens motstånd rr Med kännedom om potentialskilnaden beräknas strömstyrkan i shunten och således ^antalet trådhvarf. Man kan då utan svårighet afpassa trådens

längd och diameter, så att den gifver det rätta motståndet med det bestämda antalet hvarf.

Hvad slutligen beträffar compound-dynamos, blifver visserligen denna metod icke lika lätt att tillämpa, men är likväl äfven här användbar. Man anbringar provisoriskt tråd lindningar kring elektromagneterna och sätter dessa i verksamhet medelst accumulatorer. Induktorn får rotera med sin rätta hastighet och man förändrar den i elektromagnetlindningen verksamma strömstyrkan till dess den bestämda potentialskilnaden e erhålles. Detta göres först vid öppen ledning och sedan med det gifna yttre motståndet. Strömstyrkan och antalet trådhvarf bestämmas i båda händelserna och inan beräknar på grund häraf antalet hvarf-ampere. Låt p och q beteckna dessa vid öppen ledning och vid det bestämda motståndet. Shuntens motstånd ra bör vara 1,000 å 1,500 gånger så stort som motståndet r^ hos induktorn. Enär det sistnämnda är bekant, kan man däraf beräkna rs. .. Sedermera erhålles strömstyrkan uti shunten, nämligen i3 - e : r3. Antalet hvarf hos shunten måste då vara

P ^pr3 . i3 e

Sedermera erhålles antalet hvarf (q -p): i± i serielindnin-gen, hvars motstånd r2 lämpligen tages till -f r 4. Slutligen beräknas på grund häraf den erforderliga trådlängden och diametern hos den ena och den andra af elektromagnetens trådlindningar*).

171. Sambandet mellan storleken och effekten hos en dynamo-maskin. - Beträffande detta, hafva författarne kommit till de mest olika slutsatser, i det man i allmänhet, utgående från en visserligen ensidig teoretisk synpunkt, funnit, att den elektriska energien skulle växa såsom 5:te po-tensen af dimensionerna på likformiga maskiner, under det att flera författare ansett den växa med dimensionernas 4:de, 3:dje eller till och med 2:dra potens. Om man icke tager hänsyn till järnets inflytande vid maskinen, skulle det förstnämnda resultatet kunna erhållas och är äfven genom försök bekräftadt.

Marcel Deprez och S. Thompson hafva hvar för sig gjort sådana försök för att pröfva huruvida denna af teorien härledda slutsats öfverensstämmer med erfarenheten. * Den sistnämnde forskaren gick till väga på det sätt, att han upphängde två olika stora trådspiraler på hvar sin arm af en horisontal hafstång, liknande en vågbalans. Vid den kortare häfarmen upphängdes den större spiralen, vidden längre häfarmen den mindre, hvars dimensioner äro just hälften af den förres. Tätt under

) Om en grafisk metod för samma ändamål se en afhandling af A. G Strömberg i »Centralblatt fur Elektrotechnik», 1887, p. 283.

dessa upphängda spiraler voro större rullar anbragta, hvilkas dimensioner äfven förhöllo sig = 1:2. Samma ström fick genomgå alla fyra spiralerna, hvarvid de undre orörliga rullarne attraherade de öfre. Genom att flytta häfstångens stödpunkt erhölls järn vigt, och man kunde häraf bestämma lagen för den mellan trådspiralerna verkande kraften. Det visade sig härvid, att attraktionen mellan de stora trådspiralerna var 16 = 24 gånger så stor

som mellan de små spiralerna. Man skulle häraf kunna draga den slutsats, att kraften varierar som 4:de potensen af de liniära dimensionerna, men detta gäller blott för den statiska verkan, och för det mekaniska arbetet måste man därjämte taga i betraktande den tillryggalagda vägen. Då denna varierar i samma förhållande som de liniära dimensionerna, växer arbetet i förhållande af l: 25 eller såsom 5:te potensen af de liniära dimensionerna, hvilket således skulle bekräfta teorien.

Men man har härvid icke tagit hänsyn till järnet i maskinen, hvilket likväl spelar en synnerligt vigtig roll. Erfarenheten visar också, att vid en dynamo-maskin effekten ingalunda stiger så hastigt med dimensionerna som dessas 5:te potens, ehuru visserligen något hastigare än vigten och således än 3:dje potensen.

Vi skola nu försöka, att med användande af de i § 152 utvecklade eqvationer lösa detta problem.

Antag, att en serie-dynamos dimensioner förstoras s gånger, såväl i afseende å järnkärnorna som trådledningen. Dennas tvärskärning blifver s* och längden s gånger större och således motståndet s gånger förminskadt. Antal trådhvarf är oförändradt. Men om strömstyrkan per ytenhet äfven skall bibehållas, förstoras den i hela tråden och således den magnetiserade kraften till s2 gånger dess ursprungliga värde. Beträffande induktorns rotationshastighet, skola vi antaga, att periferihastigheten är oförändrad, hvarför vid den större maskinen antalet hvarf blifver s gånger förminskad. Yi kunna nu jämföra med hvarandra de elektromotoriska krafterna JE och Es. De blifva (se p. 276)

-n __ nNJm

60-108(P +

~-N-s*-Jm E s

.5 f) /~\

l-p, V Jm

(^+PT£ ~2 Aj

60-

Jr + (J A S A.^

s2-nNJm308 DYNAMO-MASKINER MED LIKRIKTAD STRÖM.

Vi hafva här antagit, att afståndet å mellan polytan och induktorns järnkärna äfven förstoras s gånger och att således P förminskas i detta förhållande. #0 betecknar antalet kraft-linier per qvcm. af induktorns järnkärnas tvärskärning, hvilket vi antaga bibehålles oförändradt.

Det synes af det funna uttrycket för den elektromotoriska kraften, att denna växer icke fullt i samma förhållande som qvadraten på de liniära dimensionerna, men hastigare än dessa. Då nu strömstyrkan växer som deras qvadrat, enligt hvad nyss visades, samt den elektriska energien angifves genom produkten af elektromotoriska kraften och strömstyrkan, följer häraf att energien växer hastigare än 3:dje, men långsammare än 4:de potensen af s, såsom ock erfarenheten visat. De stora maskinerna äro därför de fördelaktigaste, i synnerhet som arbetskostnaderna icke ökas i samma förhållande som maskinens vigt.

Ex. Vi skola tillämpa dessa formler för att beräkna vid en Grammes dynamo-maskin, hurn effekten förökas, när dimensionerna fördubblas. Man har

7 i fi 3 här*): w = 870; #=416; m = 638; s = 2-, A± = 53; z0 = 7,000; P= ~£;

"

l 721

E = 7^'9> strömstyrkan i yttre ledningen = 42 ampere, men då

elektromagnetlindningarna äro kopplade parallelt, är J = 21. Häraf erhålles

Ej =. 2,7 samt ^ = 2,7 - 2* = 10,8.

Man kan således påräkna åtminstone tio gånger förökad effekt, när dimensionerna fördubblas eller vigten åttadubblas. Men detta kan blifva ganska olika vid olika maskintyper.

Reg lering af dynamo-maskiner. - Vid dynamomaskiners användande för olika ändamål är det oftast nödvändigt att kunna bibehålla antingen potentialskilnaden eller strömstyrkan konstant. Det förra erfordras t. ex. vid belysning med glödlampor, hvilka nästan alltid äro anbragta parallelt eller i derivation från hufvudledningen, men äfven vid båglampor, hvilka numera ofta ställas på samma sätt i ledningen. Däremot påkallas konstant strömstyrka vid båglampor , anbragta i serie, äfvensom stundom vid glödlampor, t. ex. Edisons muni-cipallampor.

Det gifves flera orsaker, som föranleda en dynamo-maskin att under gången gifva olika elektromotorisk kraft eller potentialskilnad samt olika strömstyrka. Kraftmaskinens vexlande hastighet är härvid af väsentligt inflytande, äfvensom den större eller

*) Se Ingeniörföreningens förhandlingar, 1889 p. 10.

mindre belastning, för hvilken dynamo-maskinen utsättes. Om man t. ex. vid en vanlig glÖdlampbelysning utsläcker ett antal af de parallelt anbragta lamporna, förökas motståndet i ledningsnätet, och detta återverkar på dynamo-maskinen, olika allt efter dennas beskaffenhet, på sätt vi förut (§ 146) lärt känna. Shunt- och i synnerhet compound-dynamos äro i detta fall mindre känsliga för olika belastning än serie-dynamos. Men visserligen har maskinens inre motstånd icke ringa inflytande, och ju mindre detta är, desto mera kan man utan olägenhet variera de parallelt anbragta lampornas antal. Det inflytande rotationshastighetens förändringar medföra, hafva vi förut (§ 162) tagit i betraktande.

Man kan för öfrigt reglera dynamo-maskinen på flera sätt, såsom genom inverkan på kraftmaskinen, genom förskjutning af borstarne i olika lägen, genom införande af motstånd i shunten eller genom att förändra antalet af verksamma trådhvarf till elektromagneterna. Men det är väl att märka, att äfven om man använder likartade medel för att erhålla konstant potentialskilnad och konstant ström, man icke i allmänhet på samma gång erhåller båda, utan de tillhöra alldeles olika slag af syste-mer. Por öfrigt kan regleringen ske för hand eller automatiskt. Sålunda kan förflyttning af borstarne verkställas för hand eller genom en särskild mekanism, och vi hafva redan i § 139 omtalat den vid Thomson-Houstons dynamo begagnade anordningen för att erhålla en konstant strömstyrka, men den elektromotoriska kraften kommer då i stället att förändras, ty denna måste vara proportionel mot motståndet för att strömstyrkan må kunna bibehållas oförändrad. Vid shunt-dynamos är det vanligt, att man i shuntledningen inför en reostat, för att kunna efter behag utjämna strömmen därstädes, på det att potentialskilnaden må kunna regleras. Denna kan sättas i förbindelse med en mekanism, så att regleringen sker automatiskt. Äfven vid compound-dynamos kan samma anordning begagnas, särskildt för utjämning af de oregelbundenheter, som härröra af ojämn hastighet och af elektromagneternas uppvärmning. Genom att föröka eller förminska det antal trådhvarf på elektromagneterna, hvilket genomgås af strömmen, kan man efter behof förändra den magnetiserande kraften. Man kan sålunda erhålla konstant strömstyrka, genom att låta den elektromotoriska kraften förändras i samma förhållande som det yttre motståndet. En sinnrik modifikation af detta regleringssätt är uppfunnen af Ravenshaw & TrOtter. Den angifves schematiskt af fig. 178. Dynamo-maskinen har en dubbel hästskomagnet, hvars ena halft M hålles ständigt mättad med magnetism, under det den andra hälften K har en föränderlig magnetism. För den skull äro de fyra trådspiralerna A,- B, C, D förenade med hvarandra

och med reostaten E på det sätt figuren visar. När motståndet i E är litet, kommer endast föga ström till C och D, och de magnetiska kraftlinier, som alstras i M, komma då till en stor del att genomgå K i stället för induktorns järnkärna. Men

FIG. 178.

när ett större motstånd införes i E, sättes elektromagneten K i verksamhet och ett större antal kraftlinier kommer till induktorn. Reostaten E är försedd med slidinrättning, genom hvilken dess motstånd ökas eller minskas allt efter som strömstyrkan förändras, och hvilken sättes i verksamhet genom en utvexling från dynamo-maskinens axel.

Man har äfven konstruerat elektriska regulatorer, genom hvilkas tillhjälp ångtilloppet i ångmaskinens cylinder afpassas såsom behofvet af konstant ström eller konstant potential kräfver.

Yi återkomma längre fram, i fråga om de olika tillämpningarna af dynamo-maskiner till de elektriska regleringsinrättningarna.

173. Samverkan af flera dynamo-maskiner. - Likasom man vid en galvanisk stapel kan hopsätta flera element antingen så att en hög elektromotorisk kraft erhålles eller ock så, att qyantiteten elektricitet blifver stor, kan man på motsvarande sätt med hvarandra hopkoppla flera maskiner. I fråga om maskinernas samverkan för erhållande af hög elektromotorisk kraft, visa sig icke några väsentliga svårigheter; förhållandet blifver i detta fall fullt analogt och nästan lika enkelt som vid staplarne (jämför § 91). Vare sig att det är magneto- eller dynamo-elektriska maskiner, lika eller olika hvarandra och med

samma eller olika hastighet, kan man utan olägenhet införa dem i en gemensam ledning. Visserligen inverka maskinerna i viss mån på hvarandra, enär strömstyrkan blifver lika i alla punkter af ledningen, men detta förorsakar icke svårigheter, naturligtvis under förutsättning att maskinerna verka i samma riktning och ledningarna äro tillräckligt grofva. År det däremot fråga om att sammansätta maskinerna, så att qvantiteten elektricitet blifver den största möjliga, är saken icke lika enkel. Hvad först beträffar de magneto-elektriska maskinerna, så kunna de hopsättas för nämnda ändamål, om de ega noga lika hastighet och lika elektromotorisk kraft, men i annat fall skadar den -ena den andra, alldeles som förhållandet skulle vara, om man förenade två olika starka staplar för erhållande af förökad qvantitet elektricitet. Hvad åter angår de dynamo-elektriska maskinerna, där man aldrig kan förutsätta att en sådan likhet i elektromotorisk kraft förefinnes, äfven vid samma hastighet, skulle en hopkoppling på sådant sätt för erhållande af förökad qvantitet vara afgjordt skadlig.

Men då det ofta är fördelaktigt samt till och med nödvändigt att med hvarandra förena flera maskiner, icke blott för att erhålla stor elektromotorisk kraft utan jämväl så att de tillhopa gifva stor qvantitet elektricitet, så är det af vigt att kunna sammansätta dynamo-elektriska maskiner, utan att olägenhet uppkommer. Vi skola därför närmare visa, huru man genom en enkel anordning vinner det afsedda syftet.

Hvad först beträffar två eller flera maskiners hopkoppling i följd efter hvarandra för att vinna hög elektromotorisk kraft, sä kan detta, hvad serie-dynamos beträffar, ske på samma sätt som man förenar elementen i ett batteri, nämligen den ena maskinens -f pol med den andras -pol o. s. v. Jämväl shunt-dynamos kunna då förenas, men bäst är härvid att shuntled-ningarna bringas i följd, så att de utgöra en enda lång biled-ning. För att förena compound-dynamos i serie böra elektro-magneternas shuntledningar utgöra en enda biledning, antingen till induktorerna eller till den yttre ledningen.

Något större svårigheter förefinnas att förena två dynamomaskiner parallelt eller i bredd, så att de lemna en starkare ström. Hvad först seriemaskiner beträffar, så är det tydligt, att om den ena maskinen skulle ega något större kraft än den andra, skulle denna genomgås af en elektrisk ström från den förra, i följd hvaraf elektromagneternas polaritet blefve omkastad. Detta forebygges genom att såsom Granéne föreslagit koppla borstarne i bredd lika väl som polskrufvarne. Låt Pt .och N± beteckna den ena maskinens poler, P2 och Nz den andra maskinens motsvarande poler, hvarvid N^ och JV2 beteckna ena ändpunkten af elektromagnetlindningarna samt -B± och j?2

dessas andra ändpunkt (se fig. 179). Förenas S1 och J^2 med ert tråd, går genom denna en ström, förstärkande den svagare

maskinens elektromagnet. Däremot går ingen ström genom S± 52, när båda, maskinerna äro lika.

Shunt-dynamos kunna. för erhållande af stark, ström hopkopplas i bredd, d. v. s. de positiva polerna sinsemellan och de negativa polerna sinsemellan. I själfva verket har Edison så förenat åtta shunt-dynamo-maskiner vid elektriska centralstationen i New-York. Men härvid är nödvändigt att då en maskin inkopplas till de andra förut i gång varande dessförinnan gifva den dess fulla hastighet och elektromotoriska, kraft, emedan eljest strömmen från hufvudledningen skulle kastas tillbaka genom maskinen. Beträffande åter compounddynamos förening i bredd, kan man enligt Mordeys förslag lämpligast förena elektromagneternas shuntlindningar i bredd samt deras serielindningar äfven såsom biledningar af hvarandra. Detta är en tillämpning af den metod, som vi nyss ^anförde i fråga,

FIG. 180.

om serie-dynamos. Fig. 180 visar schematiskt huru två compounddynamos förenas vid en belysningsanläggning för glödlampor. Genom denna anordning kunna dylika maskiner mycket vä!

FIG. 179.

samverka och till en viss grad ömsesidigt justera hvarandra. Det inflytande, som eljest små olikheter hos remmarne eller remskifvorna skulle utöfva, kan på detta sätt upphäfvas. Men jämväl om dynamo-maskinerna äro hvarandra olika till storlek eller hastighet, kunna de genom denna metod samverka och hvardera förrätta sin del i arbetet. Härvid bör iakttagas, att elektromagneternas serielindningar bör gifvas sådant motstånd i de olika maskinerna, att det är omvändt proportionelt mot hela strömstyrkan, som de respektive maskinerna skola lemna.

Vid användandet af Mordeys system för maskinernas sammankoppling, bör man gå till väga på följande sätt: I shunt-ledningen till hvardera maskinen infogas afbrytare s^ och s2. Därjämte införas afbrytare m^ och m2 i hufvudledningen på sätt fig. 180 antyder, äfvensom en afbrytare % uti föreningstråden mellan borstarne JSt och j?2, hvilken tråd bör ega åtminstone samma tvärskärning som hufvudledningeu. Om vi antaga, att dynamon I ensam är i verksamhet, äro afbry-tarne s± och m1 slutna. Skall nu dynamon II tillkopplas, gifves först dennas maskin sin rätta hastighet, hvarefter s2 och sedan '0 och till sist mz slutes. - Skall maskinen II frånkopplas, omkastas ordningen, så att först wa, sedan 0 och sist S2 öppnas.

Två lika maskiner A och _B kunna bringas att samverka på det sätt, att strömmen från A får underhålla l?:s elektromagneter, och J?:s ström A:$ elektromagneter. Por compounddynamos är det tillräckligt om serielindningarna sålunda förenas. Sjette kapitlet.

Vexelström-maskiner och transformatorer.

174. Äldre vexelström-maskiner. - Redan de äldsta magneto-elektriska maskinerna, såsom de af Pixii, Glarke o. a., hvilka vi förut (§ 123) omtalat, kunna anses såsom vexelström-maskiner, i det att såväl ständig förändring af den alstrade strömmens styrka som af dess riktning vid dem eger rum. Det är endast genom användande af kommutator vid dessa maskiner, som strömmen blifver likriktad. Dessutom omkastas strömmen blott två gånger under hvarje hvarf hos induktorn.

Den enda af dessa äldre maskiner, som egt någon verklig praktisk betydelse, ar Nottets maskin eller A.lliance-maskinen, vid hvilken för hvarje hvarf hos induktorn 16 strömvexlingar försiggå, och då denna maskin beskrifver nära 400 hvarf i minuten, är antalet strömvexlingar i sekunden omkring 100. \7i hafva redan i § 123 anfört det vigtigaste beträffande dess konstruktion. Den har flerestädes varit använd för elektrisk belysning vid fyrar o. s. v. Äfven i England utfördes stora dylika maskiner af Holmes, hvilken förbättrade deras konstruktion.

Vidare förtjänar en af Hjorth i Köpenhamn uppfunnen och i England år 1855 patenterad maskin att anföras, emedan den innehåller åtskilliga nya detaljer, hvilka sedermera kommit till användande vid flera typer af vexelström-maskiner. Har funnos nämligen två parallela vertikala gjutjärnsringar samt vid omkretsen af dessa horisontala elektromagneter, vända mot hvarandra med motsatta poler och mellan dessa en roterande induktor, bestående af en skifva med därpå fastsatta trådspolar. Men dessutom begagnades stålmagneter, hvilka hade för

ändamål att redan från början af maskinens verksamhet lemna ett magnetiskt fält, således görande samma tjänst som den rema-nenta magnetismen vid nyare dynamo-maskiner. De sålunda genom de permanenta magneterna alstrade strömmarne rättvändes genom kommutator och fördes genom elektromagne-DE MERITENS MAGNETO-ELEKTRISKA MASKIN.

terna. \7id en af Wilde något senare konstruerad maskin bibehålles väsentligen anordningen vid Hjorths maskin, men i stället för de permanenta m agneter n a begagnas elektromagneter, och ?n del af de genom den i maskinen varande rémanenta magnetismen inducerade vexelströmmar rättvändas med kommutator och begagnas för det magnetiska fältet. Denna maskin har vunnit tillämpning vid fyrar, men genom den starka upphettningen vid polaritetens omkastning i järnet, visade den sig icke hållbar.

175. De Meritens magneto-elektriska maskin. -

År 1878 uppfann de Meritens i Paris en magneto-elektrisk maskin, som visat sig vara af praktiskt värde och blifvit antagen för den elektriska belysningen af fyrar såväl i England som Frankrike.

Fig. 181 lemnar en perspektivisk framställning af denna ma-Bkin;; fig. 182 visar i detalj huru induktorhjulet är inrättadt.

FIG. 181.

Vid en ställning af brons äro åtta starka stålmagneter fastade efter omkretsen till en cirkel. Tätt intill magnetpolerna roterar ett induktorhjul med sexton trådspolar af isolerad koppartråd. Trådlindningarna hafva samma riktning; de yttre trådändarne till två närgränsande spolar är.o sinsemellan hoplödda; likaså de inre trådändarne med hvarandra. De båda ändar af trådledningen, som utgöra maskinens poler, äro fastsatta vid två kopparringar, hvilka äro isolerade såväl från hvarandra som från hjulaxeln, på hvilka de sitta fastade. Mot dessa ringar glida två kopparfjädrar, som upptaga strömmarna och föra dem till två klämskrufvar vid maskinställningens öfre del och därifrån vidare genom den yttre ledningen.

På sätt af fig. 181 synes är induktorhjulet sammansatt af segment. Dessa äro bildade af 50 utskurna järnbleckstycken med l mm. tjocklek, som äro hoplagda i en knippa. Två närgränsande stycken äro sinsemellan förenade medelst kopparstycken, så att hela hjulet innehåller sexton särskilda elektromagneter, hvilka under rotationen gå tätt förbi de sexton polerna till stålmagneterna. Härunder alstras i trådspiralerna strömmar af vexlande riktning, men dock så, att de efter hela trådens längd i samma ögonblick löpa åt samma håll.

Vid de kraftigaste maskinerna af detta slag gör man bruk af flera hjul på samma axel, hvarjämte hästsko-elektromagne-

terna anbringas ra-dielt, så att maskinens utseende då närmar sig till Alli-ance-maskinens.

Fördelarne hos de Meritens maskin äro förnämligast, att de särskilda afdelningarna af induktorn äro alldeles skilda från hvarandra och vida lättare kunna beklädas med tråden, än vid

andra maskiner, samt att dess verkan

är särdeles jämn och pålitlig, hvilket ock gör den af stort värde för fyrars belysning, där denna egenskap måste vara af synnerlig vigt. Men maskinen blifver kostsam, hvarför den icke passar för industriela ändamål.

176. Grrammes vexelström-maskin. - Äfven i fråga om vexelström-maskiner har Gramme gjort uppfinningar af stort

FIG. 182.

GRAMMES YEXELSTBOM-MASKIN.

FIG. 183.

värde, och hafva de af honom konstruerade maskiner af detta slag visat sig vara fullt dugliga i praktiken. Fig.'183 åskådliggör principen för deras anordning, och fig. 184 visar en genomskärning af maskinen efter ett plan genom dess axel. Elektromagneterna utgöra här den rörliga och induktorn den orörliga delen af maskinen, i motsats till hvad eljest är vanligt. De förstnämnda bilda nämligen ett hjul med 4, 6 eller 8 radiela T-formiga järnkärnor, som äro försedda med trådlindningar, förenade sinsemellan på sätt figuren

antyder. Närbelägna polskifvor erhålla motsatt polaritet. IJtom-kring hjulet är en ring, hvilken är bildad af järntråd likasom «n Grrammes maskin för likriktad ström och försedd med ett antal spolar af isolerad koppartråd. Mot hvarje elektromagnet-pol svara fyra trådspolar. Induktorringen är anbragt mellan

FIG. 184.

två gjutjärnsskifvor, hvilka tillhöra maskinställningen och äro förenade sinsemellan medelst stänger. De särskilda trådspolarne kunna förenas antingen så att strömmarne hopföras i bredd, d. v. s. för erhållande af stor elektricitetsmängd, eller i följd, d. v. s. för att få stor elektromotorisk kraft. För att lemna ström åt elektromagneterna användes antingen en särskild liten maskin för likriktad ström, hvars ström föres, på sätt afbildningarna visa, genom borstar till två från hvarandra isolerade rullar på maskinaxeln, från hvilka den sedermera föres till

elektromagneterna, eller ock är vexelström-maskinen kombinerad med en maskin för likriktad ström på samma ställning och med gemensam axel. Den sistnämnda anordningen begagnas vid de nyare maskinerna af detta slag. Grammes vexelström-maskin har i synnerhet blifvit använd för erhållande af elektriskt ljus med Jablochkoffs brännare och har for detta ändamål vunnit vidsträckt tillämpning. Por att visa, huru betydande de framsteg äro, som genom denna och de Meritens maskin blifvit gjorda, meddela vi följande tabell på grund af Allards försök.

Antal hvarf i minuten. Hästkraft med afdrag för transmissionen. Ljwssåyrka.

Total. Per hästkraft.

Alliance-naaskinen 450 4,60 275 59,5

Grammes maskin . < t N:o 1 550 11,48 1010 88,0

» .2 600 5,45 493 90,5

» 3 680 4,20 342 81,4

de Meritens maskin 790 7,50 636 84,8

Ljusstyrkan är här angifven i "bec Carcel", motsvarande hvardera omkring 9,5 normalljus, sådane man i England och hos oss använder dem vid gasprofning. Serrins lampa begagnades.

177. Y. Hefner-Altenecks vexelström-maskiner. -

Af lika stort värde som den nu omtalade äro de af n. Hefner-

FIG. l 8 5.

FIG. 186.

Alieneck konstruerade och af Siemens och Halske utförda vexelström-maskinerna, och de äro ock begagnade i stor utsträckning för elektrisk belysning. Man kan anse dem som en förbättring af Hjorth och Wildes i § 174

omnämnda maskiner. Fig. 185 visar utseendet .. af en nyare typ af dessa vexelström-maskiner, och fig. 186 lemnar en schematisk framställning af ledningarnas anordning. Vid två gjutjärnsringar, som äro fastskrufvade vid bottenplåten, äro de horisontala elektromagneterna anbragta, hvilkas mot hvarandra vända polytor utlöpa i platta skifvor. Närgränsande lika väl som motstående polytor ega motsatt polaritet. Uti de kraftiga magnetiska fälten mellan de motstående polskifvorna rör sig induktorn, hvilken innehåller platta, af isolerad koppartråd upplindade spolar, anbragta på en metallskifva, som är fästad på axeln. Spolarne äro vid de äldre maskinerna upplindade kring en aflång skifva af trä eller metall och utan järnkärna, men vid de nyare maskinerna begagnas järnkärna, bildad af från hvarandra isolerade järnbleck. Under induktorns rotation genomlöpa spolarne magnetiska fält af vexlande polaritet på så sätt, att när ena hälften af en spole är i ett fält, den andra hälften är i nästa fält. Spolarne kunna förenas i bredd eller i följd, hvarvid de fria trådändarna föras till två på axeln anbragta ringar, af hvilka två erfordras för hvarje oberoende strömkrets. Elektromagneternas järnkärnor äro vid de nyare maskinerna hopsatta af isolerade bleckskifvor.

Vid några af dessa maskiner har man i stället för en hjälpmaskin, afsedd att lemna ström till elektromagneterna, för detta ändamål gjort bruk af en eller flera af trådspolarne, då strömmen blifvit rättvänd.

Siemens & Halske hafva förnämligast utfört fem olika storlekar af vexelström-maskinerna (typ W) från 3,000 till 16,000 watt, erfordrande 6 till 27 hästkrafter vid 750 till 500 hvarf i minuten.

Yid elektricitetsutställningen i Frankfurt a. M. innevarande år (1891) har nyssnämnda firma utställt och hållit i verksamhet en mycket stor vexelström-maskin af helt olika typ mot den nu beskrifna och närmare i likhet med Grammes förut omtalade maskin (se § 176, fig. 183). Induktorn är nämligen orörlig,

men den 60 spolar innehållande elektromagnetringen är i stället roterande. Härigenom erhålles vid den höga elektromotoriska kraften 2,000 volt bättre isolering och mindre rotationshastighet. Induktorns diameter är icke mindre än 4,6 m. och den roterande ringens 3,7 m. Högsta effekten .är 330,000 watt eller 448 elektriska hästkrafter vid 100 hvarf i minuten. Dynamo-maskinen är direkt kopplad till ångmaskinen.

178. Ferrantis vexelström-maskin. - Denna, som särdeles i England blifvit använd i flera stora belysningsanläggningar, är en modifikation af den i näst föregående paragraf beskrifna maskinen. Det är i synnerhet induktorn, som är af intresse. Fig. 187 antyder dess anordning. Mellan de mot

FIG. 187.

hvarandra vända elektromagnetpolerna SNS... roterar induk torn LL... Denna består af böjda kopparband i form af en stjärna med 16 framsprang och hvars mellersta del är fästad vid axeln medelst ett gjutjärnsnaf och två bronsskifvor. Afståndet mellan de radiela delarne af banden är lika med afståndet mellan magnetpolerna. Något järn finnes icke i induktorn. Den i denna alstrade strömmen upptages genom två på axeln sittande ringar, med hvilka kopparbandens ändar äro förenade. Elektromagneterna äro likasom vid v. Hefner-Altenecks maskin anbragta vid omkretsen till gjutjärnsstycken, hvilka utgöra delar af maskinställningen.

Ferrantis vexelström-maskin är på flera sätt förändrad. Sålunda innehöll induktorn ursprungligen en enda zigzag-formig ring af koppar, men sedermera har man lagt flera tunna lager öfver hvarandra. Vid en dylik maskin användes icke mindre än trettio lager, väl isolerade från hvarandra genom remsor af vulkaniserad fiber. De äro fördelade i tre särskilda afdelningar, så att, hvarje remsa beskrifver tio hvarf kring induktorn.

179. Zipernowskys vexelström-maskin. - Den åtminstone i Europa mest använda af de nyare vexelström-maski-nerna torde vara den af Zipernowsky och Déri konstruerade samt af Ganz & C:o i Buda-Pest utförda maskinen, hvilken mångenstädes begagnas för elektrisk belysning. Äfven i Sverige har den för detta ändamål vunnit tillämpning genom "Elektriska Byrån". Till principen liknar den visserligen Grammes nyss (§ 176) beskrifna maskin, ehuru med väsentligt olika detaljer, hvarjämte vanligen en del af den alstrade strömmen rättvändes

genom en särskild kommutator samt maskinen är själfreglerande och bibehåller en konstant potentialskilnad obe-

FIG. 188.

roende af motståndet. Kg. 188 lemnar en schematisk framställning af denna maskin jämte därtill hörande automatisk regleringsapparat. Elektromagneterna M, M... ega järnkärnor hopsatta af plåtar, anbragta efter radierna från maskinaxeln och isolerade från hvarandra. Detta är för att undvika foucaultska strömmar. Induktorn utgöres af ett antal trådspiraler N,N... anbragta på en järnställning. Elektromagneterna rotera och induktorn är orörlig. C är kommutatorn, till hvilken strömmen kommer från transformatorn T, ett slags induktionsapparat, som vi något längre fram skola beskrifva, genom borstarne 8^

och $2. Kommutatorn har lika inånga ledande sektorer som det gifves elektromagneter, eller sex såsom å figuren är antaget Sektorerna äro delade i två grupper. Strömmen, som inkommer genom S1, finner sin väg genom r och genomgår samtliga elektromagneternas trådlindningar, hvarefter den utgår till &2. Efter £ hvarf förändras strömmens riktning och den kommer nu först till S2 och sist till S^ men då ha sektorerna ändrat läge, så att en närgränsande af dem i stället är genom r ständ i förbindelse med S2, hvaraf följer att strömmen alltid i samma riktning genomgår elektromagneterna.

Eör regleringen är en annan transformator K, benämnd kompensator, ständ i samband med maskinen. Den utgöres af en cylindrisk järnkärna med två trådlindningar, af hvilka den ena DE, som vi skola kalla den första, ingår i den yttre ledningen och den andra de genomgås af samma ström som elektromagneterna. Genom Själfinduktionen och den ömsesidiga induk-tionen regleras sistnämnda ström. Ty vid förökad konsumtion af elektricitet, d. v. s. förökad strömstyrka i hufvudledningen, sjunker potentialskilnaden mellan polskrufvarne. Men när strömmen i den första ledningen växer förökas den ömsesidiga in-duktionen mellan de båda ledningarna i K, och den kommer att motverka Själfinduktionen i den andra ledningen de. Häraf blifver följden, att strömmen i elektromagneterna växer i samma förhållande som strömmen i den första trådlindningen under den förökade konsumtionen blifver större, hvarvid potentialskilnaden återtager sitt normala värde.

Beträffande detaljerna hos dessa maskiner, hvilka de senaste^ åren väsentligt förbättrats, må anföras, att hvad induktorn angår bildas kärnan till dess spolar af T-formiga järnblecksskifvor, som jämte mellanliggande isoleringsskikten sammanhållas med skruf-bultar, hvarefter induktionsspolarne skjutas öfver den vertikala delen och den horisontala delen fastskrufvas vid tvärstycken, gående mellan två gjutjärnsringar, hvilka utgöra delar af maskin-ställningen. Hvarje spole jämte dess kärna är därför oberoende den ena af den andra. Den är försedd med ventilationskanaler för att kunna bibehållas sval. Magnethjulet sammansättes af V-formiga öfver och bredvid hvarandra lagda järnblecksstyck en, hvilka hopläggas så, att de bilda en stjärna. Mellan de särskilda delarne anbringas isolerande mellanlag. De fastklämmas mellan två gjutjärnsskifvor, som förenas med skruf bultar. Mag-netiseringsspiralerna skjutas öfver hjularmarna, hvilkas järnbleckskärnor äro hopnitade, och fastbållas med bultar. Magnethjulet anbringas på maskinaxeln, hvars ändar hvila i två lager på särskilda lagerbockar.

Ganz & C:o tillverka dessa maskiner i 7 olika modeller från 10,000 till 380,000 watt, motsvarande 830 till 125 hvarf

FIG. 189.

i minuten. De minsta af dem ega 6 och de största 40 poler samt en potential af 1,000 volt hos de förra och 5,000 volt hos de senare. Antalet strömomkastningar är för alla 5,000 per minut. Man har valt detta jämförelsevis låga tal dels emedan maskinens verkningsgrad kan blifva något högre och dels motorns drifvande äfvensom flera maskiners samverkan i bredd underlättas.

18O. Mordeys YexelstrSm-maskin. - Denna utmärker sig genom flera egendomliga inrättningar. Likasom förhållandet är vid några andra vexelström-maskiner är induktorn orörlig under det att elektromagneterna rotera,

men då vid de förut beskrifna maskinerna nord- och sydpol hos magneterna vid samma sida omvexla, är här vid ena sidan ständigt nordpol och vid den andra sidan ständigt sydpol hos alla magneterna. Häraf följer, att kraftliniernas riktning inom spolarne icke omkastas under mag-neternas rotation, utan intensiteten stiger från noll till ett maximivärde och sjunker sedermera från detta till noll o. s. v. Denna anordning medför den fördel, i jämförelse med förut använda anordningar, att kraftlinierna direkt genomgå spolarne, utan att någon betydande läckning eger rum. Äfven den mekaniska inrättningen blifver enklare än eljest. Fig. 189 visar huru. det roterande elektromagnetnjulet är beskaffadt. Fig. 190 visar utseendet af induktorn, som är i två delar för att göra maskinen lättare tillgänglig för undersökning och reparation. Induktorspolarne äro hvar för sig bildade af kopparband, som blott ega j7^ eng. tums bredd och äro lindade omkring ett stycke af något isolerande ämne. Hvarje spole är vid sin bredare ände fastskrufvad mellan två stöd. Trådar, lödda vid kopparbandens ändar, föras genom porslinsisolatorer. Nyssnämnda stöd äro genom skrufbultar fastsatta i den af brons gjutna induktorringen. Magnethjulet innehåller vid midten en spole, som är upplindad kring en järnkärna med framskjutande armar af den form fig. 189 antyder, så att blott ett smalt rum är lemnadt mellan polerna för induktorspolarne. Magneti-seringsströmmen lemnas af en på samma ställning anbragt liten maskin med likriktad ström, hvilken införes genom två

på maskinaxeln anbragta kopparringar. Medelst två böjda på axeln fastsatta tunna järnplåtar betäckas magneterna, så'att

bullret förminskas. Bredvid kontaktringarna finnas ringarna i den kammtapp, hvarmed axeln är försedd. Mordey-Victoria vexelström-maskiner tillverkas af "Brush Electrical Engi-neering Co" i London i fem modeller från 25,000 till 150,000 watt, en hastighet af 850 till 400 hvarf i minuten samt 2,000 volt elektromotorisk kraft. Den industriella verkningsgraden uppgifves vara 90 procent.

181. Några andra vexelström-maskiner.

- Utom de nu anförda, gifves det ett ganska stort antal vexelström-maskiner, som vunnit tillämpning i praktiken. Vi skola i korthet omnämna de förnämsta af dessa.

Lontins dynamo, som i Frankrike för åtskilliga år sedan blifvit använd, har ett roterande elektromagnethjul, där mag-neterna äro anbragta radielt med omvexlande poler, roterande inuti en ring med induktorspolarne vända inåt radielt. Dessa spolar äro försedda med korta, massiva järnkärnor, och till antalet lika många som elektromagneterna. Men kärnorna hafva starkt upphettats och effektförlusten blifvit stor. Maskinen har icke heller egt långvarigt bestånd.

Gordons dynamo är utförd i stor skala och använd vid en centralstation för elektrisk belysning i London, en typ för 5,000 och en annan för 800 glödlampor. Äfven här rotera magneterna, och induktorn är stillastående. De förra äro fästa vid kanterna till två skifvor af smidesjärn, hvilka vid den stora maskinen har 2,67 m. diameter, Deras poler äro omvexlande nord- och sydmagnetiska. Elektromagnethjulet rör sig mellan två rader spolar, som äro fästa vid två gjutjärnsringar. Spolarne äro aflånga och innehålla något, ehuru blott en ringa mängd järn. Magnetiseringsströmmen erhålles af två maskiner med likriktad ström.

Stanley- Westinghouses dynamo, som i J^orra Amerika vunnit vidsträckt tillämpning, har en roterande truminduktor inom

FIG. 190.NÅGRA ANDRA VEXELSTRÖM-MASKINER.

en ring med 16 inåt vända och radielt stälda elektromagneter För att göra maskinen lättare tillgänglig för undersökning och reparation kan den öfre delen af ringen upplyftas, hvaremot den nedre delen ar fastgjuten med bottenplåten och maskin-ställningen. Elektromagnetspolarne lindas först och skjutas sedermera öfver järnkärnorna. De förses med ström antingen genom en särskild dynamo eller ock rättvändes en del af strömmen

från induktorn. Denna innehåller en kärna, sammansatt af tunna genombrutna järnblecksskifvor, antingen oxiderade vid ytan eller isolerade från hvarandra med papper. Hålen i skifvorna bilda tillsammans kanaler, som löpa parallelt med axeln, hvarigenom ventilation erhålles. Vid ändarne af induktorn finnas tjocka plåtar, försedda med 16 framsprang, hvilka tjäna till att fasthålla de 16 induktorspolarne. Maskinerna tillverkas efter tre olika modeller, afsedda för 650, 1,300 och 2,500 glödlampor samt för 1,700 till 1,200 hvarf i minuten. Potentialskilnaden uppgår till 1,000 å 1,100 volt och antalet strömomkastningar till icke mindre än 450 i sekunden.

FIG. 191.

Kapps dynamo. Denna har icke blott i England funnit tillämpning, utan den har äfven blifvit antagen af den berömda326 VEXELSTRÖM-MASKINER OCH TRANSFORMATORER.

Oerlikon -fabriken i Schweiz. Fig. 191 visar utseendet af en dylik maskin, sådan den utföres af sistnämnda verkstad. Den har någon likhet med Schuckerts bekanta flerpoliga maskinför likriktad ström. Induktorn, som här är den rörliga delen, innehåller en kärna, bildad af tunt bandjärn, upplindadt på en gjutjärnsring med pappisolering samt därpå fästa spolar. Elektromagnetkärnorna äro cylindrar af smidt järn, fastskruf-vade vid sina yttre ändar i två gjutjärnsringar och med sina inre mot hvarandra vända ringar försedda mod polskor, mellan hvilka induktorn roterar. Vid den afbildade maskinen har induktorn 14 spolar, hvardera innehållande 80 trådhvarf, upplindade i två lager. Elektromagneterna äro till antalet 28, hvardera med 186 hvarf. Induktorns hela motstånd är 1,8 ohm och de i följd anbragta elektromagnetlindningarnas 1,76 ohm. Vid 600 hvarf i minuten erhöllos 30 ampere och 2,000 volt. Magnetströmmen lemnas, på sätt afbildningen antyder, af en liten dynamo vid sidan af vexelström-maskinen med samma ställning ,och axel som denna. När magnetströmmen varierade mellan 9 och 21 ampere, var potentialskilnaden 1,000 å 2,400 volt. Under normal verksamhet var den för elektromagneterna förbrukade strömmen 1,3 proc. och förlusten genom motståndet i induktorn 2,7 procent.

Vi komma längre fram, i fråga om elektrisk kraftöfver-föring, att redogöra för andra vexelström-maskiner, hvilka särskildt äro afsedda för sistnämnda ändamål.

182. Detaljer Tid vexelström-maskiner. - De

nyare af dessa maskiner skilja sig vanligen från de äldre blott genom förbättringar i detaljerna. Den förnämsta skilnaden mellan de olika maskintyperna består uti induktorns anordning, huruvida den är orörlig såsom vid Grammes och Zipernowsky-Déris maskiner eller roterande såsom vid v. Hefner-Altenecks och Stanley-Westinghouses maskiner. Den förstnämnda anordningen medför den fordel att induktorspiralerna, hvilka tagas mest i anspråk, kunna säkrare anbringas och isoleras samt blifva lättare åtkomliga, hvarjämte strömmens uppsamling blifver synnerligt beqväm.

Men äfven om induktorn roterar, erbjuder vexelström-maskinen en långt enklare anordning i fråga om strömmens uppsamling än hvad förhållandet är med maskiner för likriktad ström. Ty man behöfver vid de förra icke kollektor med därtill hörande ömtåliga och kostsamma anordningar, utan man gör vanligen bruk af två på maskinaxeln anbragta och från hvarandra isolerade metallringar, hvilka stå i förbindelse med hvar sin af trådändarne till induktorspolarne och mot hvilka tjädrar släpa. Om maskinen skall lemna ström till flera afOKT AL J EK VID VEXELSTRÖM-MASKINER.

327

hvarandra oberoende strömkretsar, erfordras för hvardera af -dessa två sådana ringar jämte fjädrar.

Trådlindningen vid vexelström-maskiners induktor blifver i allmänhet enklare än vid maskiner för likriktad ström. I de flesta fall utgöres den blott af ett antal trådspiraler, lika stort tmed antalet elektro magnetpoler. Den elektromotoriska kraften har dä lika numeriska värde hos dem alla i samma ögonblick, men riktningen är motsatt i två närgränsande spiraler. Häraf följer, att man utan svårighet kan förena trådspiraler parallelt eller i följd för att erhålla stark ström eller hög potential. Om däremot induktorns trådspiraler äro en multipel af antalet magnetpoler, såsom förhållandet just är med Grammes vexelström-maskin, är visserligen icke den

elektromotoriska kraften lika stor samtidigt i alla spiralerna, utan endast i dem, hvilka komma samtidigt i lika lägen till magnetpolerna. Man kan likväl med hvarandra kombinera vare sig parallelt eller i följd <Le sålunda likformigt belägna spiralerna. Fig 192 visar sche-

FIG. 192.

matiskt ett exempel i detta hänseende, motsvarande Grammes maskin, där en magnet finnes för fyra induktorspiraler a±9 &±, <?± och d±. Här erhålla a19 a^ . . lika stora, men motsatta elektromotoriska krafter, likaså 6±, &2 . . sinsemellan o. s. v. Dessa trådspiraler befinna sig i samma förhållande som vid maskiner, där poler och spiraler till antalet öfverensstämma; de lemna strömmar, som ega lika faser, hvilket däremot icke är händelsen med a±, 61? c^ och df1. Dessa spiraler kunna i allmänhet icke med hvarandra parallelt hopkopplas. Men vi «kola längre fram lära känna, hur man tillgodogjort deras fas-«kilnad för den elektriska energiens öfverföring på långt håll.328

En vigtig förbättring vid de nyare maskinerna är att vid dem de massiva järnkärnorna blifvit ersatta med kärnor, hopfogade af järnbleck, hvarigenom de foucaultska strömmarne» uppkomst förhindras. Det är härigenom det blifvit möjligt, att jämväl med växelström-maskinerna uppnå en hög verkningsgrad.

FIG. 193.

183. Karakteristikan till vexelström-maskiner, -

Äfven för dessa har man kunnat bestämma karakteristikan. Vi anföra i detta hänseende försök gjorda tåEsson öfver von Hefner-Altenecks vexelström-maskin. Fig. 193 visar dylika kurvor för en maskin (af typen TF"2) vid 650 hvarf i minuten. Hvardera af in4uktorns 12 trådspiraler har 208 trådhvarf. De äro hopsatta 6 parallelt och 2 i följd, med ett inre motstånd af tillsammans 0,112 ohm. Elektromagneterna, som äfven äro 12 å ömse sidor, ega hvardera 180 trådhvarf. De äro stälda i följd och vanligen med 21 amperes ström från en särskild maskin, då vexelström-maskinen lemnar 75 ampere. De å figuren afbildade tre karak-teristikorna motsvara 6, 12 och 24 ampere i elektromagneterna. Verksamma potentialskilnaden mellan polskrufvarne uttryckes genom ordinatorna och verksamma strömstyrkan i yttre ledningen genom abscissorna (se § 27). Den förstnämnda bestämdes med Cardews voltmeter, den sistnämnda med elektrod ynam o-metern. Man ser af kurvornas form att potentialskilnaden förminskas så mycket hastigare, när strömstyrkan växer, ju svagare elektremagneterna äro. Vid den undersökta maskinen kan det magnetiska fält man erhåller med 6 ampere ström i elektromagneterna icke frambringa mer än högst 51,5 ampere äfven* vid kortslutning. Vexelström-maskiner med tämligen svagt magnetiskt falt, t. ex. sådant man erhåller det med stålmagneterr kunna därför utan fara kortslutas.

Fig. 194 visar karakteristikan vid Mordeys vexelström-maskin. Det synes häraf, att denna maskin är nästan självf-reglerande, ty mellan gränsen O till 37,000 watt erhålles tam.-

ligen nära konstant potentialskilnad vid jämn hastighet och oförändrad magnetiseringsström.

184. Jouberts undersökningar öfrer vexelström-maskiner. - De första omfattande försök häröfver utfördes år 1881 af Joubert*} med v. Hefner-Altenecks maskin, och då de ega en grundläggande betydelse för denna del af elektrotekniken skola vi närmare redogöra för dem.

Den undersökta maskinen hade åtta induktorspolar utan. järn, så att ett hvarf motsvarade fyra hela perioder och åtta strömmar. Yid 700 hvarf per minut samt vid 25 ampere mag-netström lemnade den 250 volt potentialskilnad samt 8 å 9 ampere strömstyrka i yttre ledningen. För uppmätning af potentialskilnaden och strömstyrkan begagnade Joubert sig af qvadrant-elektrometern enligt en ny metod, som vi redan i § 46 meddelat. Det magnetiska fältets intensitet uppmättes genom ett af Weber angifvet förfaringssätt, hvarvid användes, en helt liten trådspiral, hvilken kringvreds 180° kring en axel vinkelrät mot kraftlinierna, så att både i det ursprungliga och det slutliga läget tvådhvarfvens plan voro vinkelräta mot kraft-

FIG. 194.

liniernas riktning. Betecknar H fältets intensitet, Ytrådhvarf-vens totala yta, M strömkretsens totala motstånd och Q elektricitetsmängden, som genomströmmar spiralen, så är

*) Études sur les machines magneto-électriques i Annales scientifiques de 1'Ecole normale Supérieure, äfvensom Journal de Physique, T. IX och X.

Om en galvanometer är anbragt i ledningen till spiralen, är dess utslag proportioneit mot Q, hvarför denna qvantitets absoluta värde kan bestämmas genom att låta en urladdning af känd kapacitet och potential genomgå instrumentet. Den direkta uppmätningen af T gaf icke tillräckligt noggrant resul tat, utan Joubert använde härför en indirekt metod, grundad på polarisationsplanets vridning i ett magnetiskt fält, hvarvid användes en kraftig elektromagnet, mellan hvars polytor ett glasrör med kolsvafla, anbragtes, genom hvilket en knippa homogent gult ljus fick framgå. Sedermera beräknades faltets intensitet H. Sålunda bestämdes dennas värde vid olika punkter. Maxima visade sig naturligtvis på axeln till två motstående elektromagneter midt mellan dessa. För en strömstyrka af J ampere erhölls i absoluta magnetiska enheter (C. Gr. S.) värdet

$H = 40 J - 0,25 J2 - 0,005 J3$,

där J varierade mellan 5 och 30 ampere samt // mellan gränserna 193 och 850.

För att utröna den lag, efter hvilken strömstyrkan och potentialskilnaden varierade under hvarje period, indelades denna i 20 lika delar, med ett tidsmellanrum af ^J0Q sekund, och man uppmätte intensiteten motsvarande dessa. För den skull anbragtes en afbrytare på maskinaxeln. Den använda apparaten utgjordes af två små kopparhjul, fastsatta på samma hylsa och fullständigt isolerade. Båda voro nära omkretsen försedda med en liten trekantig knif, hvilken en gång under hvarje hvarf träffade en likadan knif, som var fast vid änden af en likaledes isolerad spiralfjäder. De båda flädrarna voro så reglerade, att kontakten egde rum noggrant i samma ögonblick. Hjulen kunde anbringas på axeln på så sätt, att kontakterna uppkommo vid hvilken fas som helst. Tiden, hvarunder beröringen mellan knifvarne egde rum, öfversteg icke ^0000 se^und, och den härunder utströmmade elektricitetsmängden är därför ytterst ringa, hvilket är nödvändigt på det att icke de uppkommande extra strömmarne må kunna utöfva märkbart inflytande. Detta var dock icke att befara vid ifrågavarande försök, där qvadrant-elektrometern begagnades. På ledningen togos två punkter A och .B, mellan hvilka ett rätlinigt motstånd var infördt, och de sattes i förbindelse med två borstar, som gledo mot ringarne. De båda fjäderkontakterna förenades med elektrometerns qvadranter. Elektrometernålen sattes an* tingen i samband med det ena paret qvadranter, likasom vid de nyss anförda försöken, eller ock laddades den på vanligt sätt med en stapel, hvars ena pol förenades med jorden (jämför § 42). - Men Joubert gjorde äfven bruk af en annan metod, som erfordrade ett enda kontakt, hvarigenom apparatens juste-

ring underlättades. Fig. 195 förtydligar denna förenklade metod. A och B äro två punkter af hufvudledningen, mellan hvilka finnes ett bekant motstånd M, omkring l ohm; ACS är en derivation mellan samma punkter med ett bekant och indeladt motstånd M±, omkring 100 ohm; AKC är slutligen en derivation med mycket stort godtyckligt motstånd Jfa, omkring 30,000 ohm, börjande vid A och slutande vid en föränderlig punkt C. Titi sistnämnda motstånd finnes en stapel, l till 5 Daniells element, med elektromotoriska kraften E, dessutom en galvanometer G, med omkring 7,000 ohm motstånd samt afbrytaren K anbragt på maskinaxeln. Punkten G förflyttades till dess galvano-meternålen återfördes till noll. Motstånden M och M1 voro rätliniga för att undvika ex trå-strömmar; Jf2 bildades af 18 m. kolstänger med 3 mm. diameter. Låt J, J± och / beteckna strömstyrkan i dessa motstånd och i hufvudledningen, P potentialskilnaden mellan A och S samt m motståndet A C. Då har man

] P

7

'J,j5fn och således P~E--. 11 m

Dessutom är

J;

hvaraf följer

m

Man har således att bestämma m för de olika faserna i en period. Bågen motsvarande denna delades i lika delar från

0 till 20, hvarvid O motsvarade läget, när elektromagneternas och induktorspiralernas axlar sammanföllo. Afbrytaren, som nu innehöll blott ett af hjulen, var anbragt på maskinaxeln, så att kontaktet erhölls vid början af hvartdera af de på hvarandra följande tidsmellanrummen. Vid en hastighet af 10 hvarf

1 sekunden, motsvarande hvartdera af dem gi^ sekund. Fig. 196 visar formen af den så erhållna intensitetskurvan, där strömstyrkan är afsatt som ordinata vid olika faser. Den visar att

FIG. 195.332

största värdet å ordinatan fanns vid 8,35, sanit omkastningen af strömriktningen vid 12,5 eller med andra ord en fasförändring af | hade egt rum i rörelsens riktning, l det hela taget eger kurvan form af en sinusoid, men den är icke fullt symmetrisk, i det att maximiordinatan är förflyttad, så att abscissan delas i två olika delar. Afvikelsen från den sinusoidala formen till-skrifver Joubert närvaron af Jablochkoffs brännare i ledningen, då han icke funnit densamma vid metalliska ledare, och den är för öfrigt så ringa, att man för den praktiska beräkningen mycket väl kan antaga, att vexelströmmen, sådan den vid v. Hefner-Altenecks maskin alstras, angifves genom sinusoiden, hvilket vi ock i § 27 förutsatt. Det är väl att märka, att den af instrumenten gifna strömstyrkan är den verksamma ström-styrkan, hvars betydelse och förhållande till maximi- och medel-strömstyrkan vi i nyss citerade § meddelat.

FIG. 196.

6' 7 8 S f O /S /2

//? f? /«9./,9 -2

Joubert anstälde äfven försök med öppen ledning, så att den elektromotoriska kraften omedelbart erhölls. I detta fall användes Thomsons elektrometer, sådan den anordnas för atmosferiska elektricitetens undersökning, hvarvid maskinens ena pol sattes i förbindelse med instrumentets metalliska omhölje och den andra med det rörliga bladet, då i det ögonblick kon-taktet egde rum instrumentet angaf den elektromotoriska kraften mellan polerna. Det visade sig nu nästan fullständig öfverensstämmelse mellan sinusoiden och den efter försöken konstruerade kurvan. Men vid sluten ledning försköts kurvan i rörelsens riktning, hvilket måste härröra af Själfinduktionen.

Vidare anställdes försök öfver sambandet mellan den elektromotoriska kraften, rotationshastigheten och det magnetiska fal-

tets styrka. Det visade sig, att mellan försöksgränserna 5 och 35 ampere samt 500 och 1,070 hvarf i minuten den elektromotoriska kraften vid öppen ledning var proportionel mot såväl hastigheten som magnetiseringsströmmen och således mot fältets styrka. Yid nyssnämnda gränser var elektromotoriska kraften 0,2 och 1,062 volt för l hvarf per minut.

Slutligen fann Joubert vid försöken att härleda sambandet mellan strömstyrkan och fasen i funktion af motståndet och hastigheten, att den ohmska lagen icke är tillämplig vid dessa maskiner, men att följande empiriska relation ganska noggrant återgifver sambandet mellan den verksamma strömstyrkan J' .och totala motståndet R, då e och a äro konstanter, så framt hastigheten är oförändrad,

(a2 + E^' Man har

vid 500 hvarf i minuten .... e = 132; a = 21,8; a2 = 475; » 720 » » .... » 190; » 31,4; ». 986;

» 1,070 » » . . . . » 287; » 47,4; » 2,254.

Om man jämför sinsemellan de olika värdena för a vid .olika hastighet, finner man, att de äro proportionela mot denna och således omvändt proportionela mot vexelstrÖmmens period T. Man har nämligen

aT . ö- = i*04-

271

Det bör äfven anmärkas, att a uttrycker det totala motståndet i strömkretsen, vid hvilket det elektriska arbetet blifver maximum. Man har nämligen

hvars värde blifver maximum, när H = a.

Däremot blifver arbetet = O, när R = c», d. v. s. vid öppen ledning.

Beträffande e finner man, att äfven den är proportionel direkte mot hastigheten och omvändt mot perioden, men dessutom är den lika med den elektromotoriska kraften E0 vid ö ppen ledning, dividerad med "j/2, så att

w vid 500 hvarf i minuten . . . E0 = 188; ~r= = 133;

y*r

» 720 » » ...» 270; » 190;

» 1,070 » » ... » 405; » 287.

Öfverensstämmelsen är synnerligen god.334 VEXELSTRÖM-MASKINER OCH TRANSFORMATORER.

185. Jouberts teori for vexelström-maskiner, hvilka icke ega järnkärna i induktorspolarne. - De

försök, som vi i näst föregående paragraf omtalat, visa att vexelströmmar från maskiner utan järn i induktorspolarne kunna grafiskt angifvas genom en följd af sinusoider, och den framställning vi i § 27 lemnat öfver dessa strömmar är ock grundad på en sådan förutsättning. Utgående härifrån, har Joubert utvecklat en teori för sådana vexelström-maskiner, hvars resultat bekräftas af nyssnämnda försök. Vi skola i korthet redogöra därför, ehuru under en något mer elementär form.

Om vi tänka oss maskinen ega den elektromotoriska kraften Et efter tiden t, räknad från det ögonblick denna kraft är noll, samt Jt betecknar strömstyrkan efter samma tid, så är under en oändligt liten tid r det elektriska arbetet EtJtT> och om detta endast alstrade värme i strömkretsen, hvars totala motstånd är H, skulle, på grund af Joules lag, den utvecklade värmemängden vara Jt HT, så framt icke ex trå- strömmar eller andra på reaktionen från maskindelarne beroende verkningar uppstode. Inom elektromagneterna kunna dessa reaktioner försummas, men de äro däremot betydande uti induktorn. Betecknar L själfinduktionskoefficienten (se §§ 29 och 65), hvilken man kan tänka sig såsom kraftflödet utgående från induktorn, när den genomgås .af en ström med styrkan l, samt i är strömstyrkans oändligt lilla förändring under tidselementet T, så^ varierar därunder den elektromotoriska kraften med Li, och det elektriska arbetet, som motsvarar variationen, är LJti. Men då den totala elektriska energien icke förändrats, har man

JfRr + LJti och således

JEt = JtE + L-- = JtE -f IÄf,

T

om i1 angifver den hastighet, hvarmed strömstyrkan varierar under det ögonblick den tages i betraktande. Nu är (§ 27)

där Em är den elektromotoriska kraftens maximi-värde samt T tiden för en fullständig period. Sätter man för korthets skull

följer af den funna eqvationen*)

J< - -T?i 8in (2 "4- ")) -

J. angifver amplituden och (f fasen hos sinusoiden, hvilken uttrycker sambandet mellan strömstyrkan och tiden. Den största strömstyrkan, som förefinnes, motsvarar det ögonblick, då sinus är = l, och är således

j __ _ Em ___ j

w ~~

Häraf följer den verksamma strömstyrkan (jämför § 27),

V 2

Detta på teoretisk väg härledda uttryck för J' öfverensstämmer med det på empirisk väg funna uttryck, vi i näst föregående paragraf meddelat, om man sätter

w ~2 ." I? 7?

V7^ ' ^ -T*~ ' ^ °*

Maskinens elektriska arbete är

TtE 2 A7/»«---±^^r-

I öfverensstämmelse med hvad den empiriska formeln visat, blifver arbetet noll vid öppen ledning samt erhåller ett maximivärde, när

2nL ~~"

*) Denna eqvation motsvarar nämligen differential-eqvationen

Et = JtR+ L ~,

dt '

och om det gifna värdet på £^ häruti införes, erhålles efter integration och omformning ofvan meddelade värde för Jt, hvarvid integratioiiskonstanten bestämts på grund däraf, att t - (fT, när strömstyrkan är = 0.

Men i detta fall är

tång 2 ny = l, hvaraf följer

27r<jp-J

Det värde på fasen, som motsvarar maximi-arbetet, är således

Enär försöken visat, att e och således Em icke blott är proportionel mot fältets styrka utan äfven mot hastigheten, kan man sätta

om n betecknar antalet perioder för ett hvarf och således nT antalet sekunder, som hvarje hvarf tager i anspråk, äfvensom f- den elektromotoriska kraftens maximi-värde, när hastigheten är l hvarf i sekunden. Uttrycket för Jr blifver efter insättning häraf

Denna eqvation visar, att den verksamma strömstyrkan icke obegränsadt växer med hastigheten, utan konvergerar mot ett gränsvärde, motsvarande T = O, nämligen

Den strömstyrka, som gifver det största elektriska arbetet, är däremot

och således

^= J:

J'0 yf

Under förutsättning, att själfinduktionskoefficienten L är oförändrad, blifver J' konstant, så framt HT är konstant. Man iinner häraf att, strömkretsens motstånd må vara hvilket som helst, man alltid kan välja T efter behag och således hastigheten sådan att den motsvarar det önskade värdet å J7, förutsatt att det är mindre än J'0.

Om Själfinduktionen är ringa, d. v. s. om L är liten, så att 2 n L kan försummas vid sidan af JRT, följer maskinen den ohmska lagen. Ju större det totala motståndet är, desto närmare blifver så händelsen. Men vanligen är förhållandet mot-DET INFLYTANDE JÄRNET I SPOLARNE TILL INDUKTORN ETC. 337

«att, så att 2 TT i är stor i jämförelse med RT, och då har motståndet föga inflytande, i synnerhet det inre motståndet, hvilket i de flesta fall är tämligen ringa.

Ex. Vid den af Joubert undersökta maskinen var L = 0,104 eller i absoluta enheter 0,104 - l O9. Vidare var n = 4- och, vid en magnetiserings-atröm af 10 ampere, s = 22,5G volt. Härutaf beräknas gränsen för strömstyrkan J'0 = 6,1 ampere samt den strömstyrka, som lemnade största arbetet j'm = 4,31 ampere.

186. Det inflytande järnet i spolarne till induktorn utöfvar vid en vexelström-maskin. - I den teori, som i näst föregående, paragraf blifvit utvecklad, är det förutsatt, att själfinduktionskoefficienten L är konstant. Men om järn ingår vare sig såsom kärna till en trådspiral i den yttre ledningen eller i spolarne till induktorn förändras L med strömstyrkan. Beträffande den förra händelsen, har Kapp närmare undersökt densamma, och i fråga om den senare, som är af större praktisk betydelse, äro flera teoretiska och experimen-tela undersökningar gjorda af Len0, J. & E. Hopkinson, Stefan m. fl. Vi kunna här blott i korthet redogöra för några därvid funna resultat.

Vid några försök med en af Stöhrers gamla elektromagnetiska maskiner, innehållande 3 hastsko-elektromagneter och 6 induktorspolar med cylindriska järnkärnor, fann Leng, att strömstyrkan icke uppnår sitt minimivärde, när spolarne stå midt emot magnetpolerna, utan på något afstånd därifrån, åt den sida, hvartåt rörelsen går. Förskjutningen af fasen blifver här-Tid så mycket större, ju större hastigheten är. Lenz trodde sig finna, att strömstyrkan icke varierade efter sinuslagen. Dessa försök, som anställdes med svaga strömmar, äro dock till en viss grad felaktiga genom det inflytande Själfinduktionen i den använda elektrodynamometern utöfvat.

Lenz är den förste, som ådagalagt, att den elektromotoriska kraften hos en vexelström-maskin förändras långsammare än hastigheten, samt att detta beror på extra-strömmen, d. v. s. på Själfinduktionen, hvilken så ansenligt växer genom järnkärnan. Koosen har bekräftat dessa resultat med Saxtons maskin samt tillika fäst uppmärksamheten vid det inflytande, som utöfvas af de lokala strömmarne (foucaultska strömmarne) i järnkärnorna.

, Vid elektricitetsutställningen i Wien år 1883 anstälde en komité försök med en liten vexelström-maskin af Zipernowskys och Déris system. Magnetströmmen lemnades af en särskild liten dynamo. Strömstyrkan bestämdes med en elektrodynamo-meter. Genom en egendomlig grafisk metod undersöktes giltig-

Elektriciteten. 22338 VEXELSTRÖM-MASKINER OCH TRANSFORMATORER.

heten af sinuslagen. Om man nämligen antager denna lags giltighet., skulle den verksamma strömstyrkans qvadrat uttryckas genom eqvationen (§ 185)

E 2

7'2 _ l ___W _

~2"sflV*a*-ai,a'

där Em är den största elektromotoriska kraften under perioden, E totala motståndet och z antalet strömvexlingar i sekunden. Sättes denna eqvation under formen

motsvarar den eqvationen för en rät linie, där värdena å E2 äro afsätta som abscissor samt de reciproka värdena å J'2 som ordinater. I den räta liniens eqvation

y = ax + &, är således

20 -2^-2 T 2 7 & & T AJ

<* = -p-, ; & - -irr"

-^w ^Sw

Under försöken bestämdes vid en hastighet af 900 hvarf i minuten samt 27,5 ampere magnetiseringsström, strömstyrkan

FIG. 197.

i yttre ledningen, som varierade mellan 25,04 och 45,86 ampere, äfvensom motståndet hos induktorn, hvilket vid den svagaste strömmen var 0,373 och vid den starkaste 0,411 ohm, och slutligen motståndet i den yttre strömkretsen, hvilket uppgick till högst 7 och minst 2,486 ohm. !Nar JR2 och l : J72 afsattes*

såsom koordinater, erhöllos fem punkter bestämda, hvilka ganska nära tillhörde en rät linie, såsom fig. 197 visar och såsom teorien fordrar. Denna linie AS skär abscissaxeln på negativa sidan i punkten B, hvars afstånd från origo O är 11,64 = £2^*Z/2, samt ordinataxeln i punkten A, hvars afstånd från origo är 11,04:41,351. Dess eqvatipn kan således sättas

____41351_

"JS" +"11,64"

Äfven på annat sätt kunde man ådagalägga öfverensstämmelsen mellan teorien och försökens resultat. Man kan nämligen lätt af det i § 185 funna uttrycket för det elektriska arbetet härleda, att maximi-arbetet i den yttre ledningen, där vi antaga motståndet vara r2, då det är rx i maskinen, motsvarar ett yttre motstånd, bestämdt af eqvationen

Införes här det ofvan angifna värdet å £2^2i2, finner nian r2 = 3,43 ohm, motsvarande ett maximi-arbete af 5,400 watt. Af försöken fann man 5,399 watt och 3,4 o ohm.

Vid försöken var # «= 90, och man kan därför ur eqvationen

^7T2L2 = H}64

beräkna hela strömkretsens själfinduktionskoefficient till L = 0,01207 -1 o9. Den yttre ledningens själfindnktionskoefficient bestämdes till 0,o0084- io9, så att den för maskinen ensam utgjorde 0,01123-i o9 allt i absoluta enheter.

Slutligen uppmättes arbetsförlusterna, härrörande af foucaultska strömmar uti induktorns järnkärnor och i öfliga delar af maskinen. Man bestämde för den skull dels det på maskinen öfverförda arbetet A, dels det för induktorns rotation utan magnetiseringsström erforderliga arbetet A^ och dels det elektriska arbetet A^ = BJf* i hela strömkretsen. I fråga varande förluster skulle då vara tillsammans

Följande tabell innehåller några resultat af dessa försök:

A	*i	A.	A
h.-k.	h.-k.	h.-k.	h.-k.
8,99	0,87	6,28	1,84
10,16	0,87	7,48	1,86
10,94	0,87	8,28	1,79

Förlusten Å är således nära oberoende af den yttre strömstyrkan.

Af dessa försök synes framgå, att om också den enkla sinuslagen icke är allmänt gällande för vexelström-maskiner, den likväl kan så nära Öfverensstämma med verkligheten äfven vid maskiner med järn uti induktorn, att den bör kunna till-lämpas för praktiska beräkningar.

Helt nyligen har J. Linde i Paris anställt försök med vexelström-maskiner, bekräftande att den enkla sinuslagen gäller äfven om järn innehålles uti induktorn, men endast i det fall att järnkärnorna äro massiva, och att den däremot icke är tilllämplig, så framt induktorns järnkärnor utgöras af lameller, såsom vanligt är vid de nyare maskinerna. I detta sistnämnda fall skulle den elektromotoriska kraften äfvensom strömstyrkan uttryckas genom summan af flera termer, innehållande sinus-funktioner, eller med andra ord den resulterande vexelströmmen kunde betraktas såsom sammansatt af flera sådana strömmar, hvardera följande sinuslagen, men med olika amplituder och faser. Dessa försök gjordes med en maskin sammansatt af två stora elektromagneter, hvilkas magnetiseringsström lemnades af ett galvaniskt batteri, samt en Siemens induktor, hvilken roterade i det mellan magnetpolerna bildade likformiga magnetiska fältet. Lamellinduktorn innehöll 120 från hvarandra med paraf-fmeradt papper isolerade järndelar.

187. Ledning af vexelströmmar. - Vi hafva redan i § 66 antydt, att W. Thomson kommit till det resultat ,att vexelströmmar i vissa fall lida större motstånd vid gången genom ledare, än hvad likriktade strömmar göra. Sedan denna anmärkningsvärda egenskap hos vexelströmmen nu blifvit bekräftad och undersökt, skola vi något närmare redogöra för densamma.

Om en likriktad ström genomgår en tråd, utbreder sig elektriciteten öfver hela tvärskärningen. Men detta är icke längre händelsen för vexelströmmar, i synnerhet om deras period är kort, då strömmen samlas i trådens yttre del, hvaremot mindre elektricitet strömmar i trådens mera centrala delar. Ju flera strömvexlingar, som under en sekund ega rum och ju större diameter tråden har, desto märkbarare blifver denna skilnad. W. Thomson jämför företeelsen med den som skulle ega rum i ett rör af obegränsad längd, fyldt med någon seg vätska, i fall det fick glida i riktning af sin egen längd. Rörelsen skulle småningom meddela sig från ytan till midten åt hela väfcske-massan, så att en likformig förflyttning af vätskan till slut skulle ega rum. Men om rörelsen är alternerande, komma endast de yttre lagren att fullständigt deltaga i denna rörelse, hvar-TEXELSTRÖMMARS GRENING. 341

emot de inre delarne så mycket mindre få del däraf ju närmare de äro rörets axel. Ju oftare rörelsen omkastas, desto större blifver skilnaden i detta hänseende mellan vätskans yttre och inre lager.

Den skenbara förhöjningen af motståndet blifver större för en ledare af järn än för en af koppar, emedan strömmen tränger mindre djupt vid den förra än vid den senare. Äfven en ögonblicklig ström verkar på liknande sätt. Detta har bekräftats genom en tillfällig iakttagelse af Armstrong. Denne höll en stålstång i sin hand och kom af en händelse att med stången beröra de båda polerna till en dynamo-maskin, som lemnade 85 ampere och 103 volt. Han kände då smärta i handen och släppte stången. Brännblåsor visade sig på handen, men stången kändes kort därefter sval, så att tydligen endast ytan blifvit upphettad, men icke det inre af stången.

Mordey har beräknat motståndets tillväxt vid massiva kopparledningar med vexelström, -och vi anföra efter honom följande uppgifter, motsvarande omkring 0,7 ampere per qvinna.:

" , .. ". , A Diametern i millimeter

^Ä^-ÄÄT Tid«° n p"**» vid I3S he'a vioder

0 per sekund per sekund

0,01 proc.......... 10......... 7,75

2,5 » ....15.........11,61

8 » ....20.........15,5

17,5 » ....25.........19,36.

Vid 18 mm. diameter hos ledningen uppnås den praktiska gränsen, och vid större diameter bör man använda rör eller tunna stänger i stället lör massiva ledningar.

188. Vexelströmmars grening. - De för likriktade strömmars grening gällande lagar äro icke omedelbart tillämpliga i fråga om vexelströmmar, emedan vid dessa Själfinduktionen utöfvar väsentligt inflytande. Man kan dock införa denna i beräkningen och bestämma den modifikation, som de vanliga formlerna undergå.

Om vi antaga, att mellan två punkter A och S en vexelström fördelas uti två trådspiraler, hvilkas motstånd äro r och rf samt själfinduktionskoefficienter L och Z/, så skulle, om L och U vore noll, likasom för likriktad ström, mellan strömstyrkorna i och if relationen vara342 VEXELSTRÖM-MASKINER OCH TRANSFORMATORER.

Men när Själfinduktionen icke kan försummas, blifver förhållandet sådant som om i den ena grenen motståndet vore icke r utan

och i den andra grenen i stället för rf

oni T är tiden för en fullständig period.

Detta framgår af den teori vi i § 185 anfört. På grund häraf kan man sätta

i __ fr'*T* + 4:^21

7 ~ \r^T2~+~4^i

Detta gäller så väl i fråga om medelstyrkan och verksamma strömstyrkan som i afseende å strömstyrkan i hvarje Ögonblick (jämför § 27).

189. Reglering af vexelström-maskiner. - Man

har härvid att skilja mellan den händelse, att magnetiseringsströmmen lemnas af en yttre elektricitetskälla, vanligen en dynamo-maskin med likriktad ström, eller af maskinen själf, I förra fallet kan regleringen ske genom elektricitetskällan, och vi hafva i § 172 visat huru den försiggår vid maskiner med likriktad ström. Om däremot fältmagneterna underhållas genom att en del af den alstrade vexelströmmen användes, antingen från en särskild trådspiral eller från hufvudledningen, har man i fråga om regleringen att behandla maskinen som vore dess elektromagneter anbragta i derivation. Ty äfven om magnetiseringsströmmen tages från en särskild trådspiral, kommer denna att själf lida alla de af regleringen härrörande verkningar lika väl som de öfriga spiralerna. Eör att reglera magnetiseringsströmmen kan man således göra bruk af en reostat, likasom vid shuntdynamos. Men man kan ock använda en helt annan anordning, som är särskildt afsedd för vexelströmmar, nämligen en själfinduktionsrulle. Denna medgifver att variera strömmen med mindre uppoffring af energi, än hvad förhållandet är, då man begagnar reostat. Orsaken härtill är, att den sistnämnda absorberar en del af strömmen, hvaremot själf-induktionsrullen, som verkar genom den där alstrade elektromotoriska motkraften, blott erbjuder ett hinder för elektricitetens framströmning, när denna bör försvagas. Själfinduktions-rullen innehåller en trådspiral, upplindad på en kärna af trä eller papp, i hvars inre en kärna af järntrådar får nedstiga tillHOPKOPPLING AF VEXELSTRÖM-MASKINER. 343

olika djup. Den elektromotoriska motkraften regleras genom -detta djup. Man gör bruk af en mekanism, med hvars tillhjälp kärnan nedsänkes mer eller mindre, allt efter som behofvet kräfver, och man kan därigenom föröka Själfinduktionen från dess minsta värde, hvilket motsvarar rullen utan järnkärna, till dess största värde, som erhålles vid fullständigt införd kärna. Eör att erhålla största efiekt af en viss vigt järn träd, bör kärnans längd vara större än rullens, åtminstone en och en half gång dennes längd. Magnetiseringsströrnmen, som genomgår rullen, försvagas i samma mån järnkärnan införes till större djup i denne.

19O. Hopkoppling af yexelström-inaskiner. -

Huru vexelström-maskiner böra hopkopplas är utredt af Wilde och Hopkinson. Om vi antaga två maskiner, som äro fullt lika och gå med samma hastighet och ega samma fas, d. v. s. maximum af positiv elektromotorisk kraft inträffar i samma ögonblick för båda, skulle de visserligen anbragta i serie erhålla en elektromotorisk kraft lika

med summan af bådas. Den minsta förändring hos den ena eller andra maskinen skulle dock upphäfva denna samverkan. Om fasskilnad en vore just en half period, skulle den resulterande elektromotoriska kraften blifva noll. Vexelström-maskiner kunna därför icke hopkopplas i serie. Eig. 198 tydliggör de förhållanden, som inträda, om två fullt lika vexelström-maskiner äro anbragta i serie med samma hastighet, så att de båda ega lika perioder. Om båda egde samma fas, skulle maskinerna verka som en enda med dubbla elektromotoriska kraften. Men jämnvigten vore då icke stabil, utan vid den minsta fasskilnad, som skulle uppstå, t. ex. genom glidning af en drifrem, skulle den ömsesidiga verkan mellan dem sträfva att föröka fasskilnadeh. A figuren äro abscissorna motsvarande tiderna samt ordinaterna de elektromotoriska krafterna och strömstyrkorna m. m. Kurvan I angifver då den elektromotoriska kraftens variation hos den maskin, som har försprång, och kurvan II hos den efterblifvande maskinen, hvar-' jämte den streckade kurvan III visar den totala elektromotoriska kraften vid olika tider och den prickade kurvan J F den däraf härrörande strömstyrkan. Ordinaterna till kurvan III erhållas genom att addera ordinatorna till kurvorna I och II. Kurvorna V och VI uttrycka energien hos de båda maskinerna. Till följd af Självinduktionen är den ström, som härrör af den totala eller resulterande elektromotoriska kraften, fördröjd i järn-ioralse med denna, så att dess maximivärden komma senare; de närma sig mera dem tillhörande kurvan II än dem, som motsvara kurvan I. Häraf följer, att effekten hos maskinen med kurvan II blifver större än hos maskinen, motsvarande

kurvan l, och detta bidrager att öka fasskilnaden, ända till dess att denna blifver en half period och således de elektromotoriska krafterna I och II rakt motsatta och upphäfvande hvarandra, så att icke någon ström längre uppkommer. Då först inträder ett stabilt tillstånd.

FIG, 198,

Det bör dock anmärkas, att det vore möjligt hopkoppla vexelström-maskiner i följd, om man anbragte en kondensator i ledningen med en sådan laddningskapacitet att Självinduktionen upphäfves (jämför § 65, p. 103). Men detta skulle vara, olämpligt, emedan transformatorerna, såsom vi längre fram skola, visa, endast genom självinduktionens tillhjälp verka tillfredsställande. Man skulle dock möjligen kunna öfvervinna äfven denna svårighet genom att anbringa kondensatorn i derivation till hufvudledningen från dennas polskrufvar.*) Denna anordning har likväl icke, så vidt vi känna, vunnit tillämpning i praktiken.

Däremot kunna vexelström-maskiner mycket väl arbeta tillhopa parallelt eller med andra ord för erhållande af stor strömstyrka, och detta användes i stor skala vid elektrisk belysning. Förenas motsvarande kollektörer sins emellan genom ledningar, så skulle visserligen icke ström genomgå dessa, emedan de positiva och negativa elektromotoriska krafterna upp-

*) Se härom en afhandling af Boucherot i Electricien, 1890, p. 1073r

hafva hvarandra, men om man från hvar sin punkt af nämnda ledningar för andra ledningar, hvilka förenas med den yttre ledningen, erhålles samverkan mellan maskinerna.

191. Hysteresis. - Man har de senaste åren börjat att inom den teoretiska elektrotekniken använda en ny benämning hysteresis, hvilket ord blifvit infördt af Ewing för att uttrycka den fördröjning, som i vissa fall uppstår vid fysiska och särskildt magnetiska företeelser. Den allmänna definitionen är följande: Om två fysiska qvantiteter A och S äro sådana^ att cykliska variationer hos B frambringa cykliska variationer hos A, och de sistnämnda fördröjas i jämförelse med jB:s variationer, så eger hysteresis rum mellan A och B. För att till-lämpa detta i fråga om magnetismen, antag att ett stycke järn? är anbragt i ett magnetiskt fält, hvars intensitet förändras, så att den öfvergår från ett positivt maximivärde till noll och därefter blifver negativ och uppnår ett numeriskt lika [-maximivärde]-] {+maximi- värde]+} som förut o. s. v. Järnets inducerade magnetism följer dessa förändringar, men så att magnetiseringen och demagne-tiseringen något fördröjas, hvilket är en yttring af hysteresis. Äfven den remanenta magnetismen hos järnet är en företeelsa af detta slag. Ju mjukare järnet är, desto svagare är hysteresis. Däremot är denna ansenlig hos stål, och af denna orsak kan man icke göra bruk af stål vid

de tillfällen, när täta förändringar i magnetismen förekomma, såsom vid induktorn till dynamo-maskiner, transformatorer, telegrafapparaters elektromagneter o. s. v. Enligt Hopkinson skulle den förlust, som till följd af hysteresis uppstår hos en induktor, hvars järnkärna undergår 15 cirkelprocesser i sekunden, stiga från l proc. till 20 proc., i fall järnet ersattes med stål. Långa elektromagneter ega större hysteresis än korta. De elektriska mätinstrument, som innehålla järn, kunna lida af hysteresis, och man-bör icke låta strömmen genomgå dem utorn när mätningen skall företagas. I en sluten magnetisk ledning, t. ex. en järnring, kan till följd af hysteresis stor olikhet ega rum hos induktionen ena och andra gången vid oförändradt magnetfält. Ju starkare detta är desto större kan nämnda skilnad blifva, rnen när afståndet är jämförelsevis stort mellan induktorns järnkärna och polytorna, blifver skilnaden mindre. Till följd af hysteresis blifver järnets magnetisering beroende icke blott af den magnetiserande kraften, d. v. s. produkten af strömstyrkan och antalet hvarf, utan äfven af den magnetism järnet förut varit underkastadt. Det bör äfven anmärkas, att hysteresis hos järnet är vida mindre, om detta är i vibration än i hvila, så att den hos en i gång varande dynamo är mindre än vid undersökningen af ett järnstycke. Emellertid förorsakar den effekt-

förluster så väl vid dynamos med likriktade som med vexelströmmar. Enligt Mordeys försök skulle vid en vexelström-maskin med 100 hela perioder i sekunden och vid 12,000 kraft-liniers magnetisering pr qvcm. förlusten genom hysteresis uppgå till nära -^ ^vatt per kbcm. af induktorns järnkärna. Men förluster härrörande af foucaultska strömmar torde likväl i allmänhet vara betydligt större. Det bör äfven anmärkas, att dessa strömmar så väl i järnet som i kopparen ega större inflytande, när icke något arbete förrättas i den yttre strömkretsen, och att de försvagas genom Själfinduktionen, då den yttre ledningen slutes.

192. Särskiljande af foucaultska strömmar ocli hysteresis. - Vid de undersökningar rörande dynamo-maskiner vi i det föregående omtalat, har icke alltid afseende blifvit gjordt vid det inflytande foucaultska strömmar utöfvat i jämförelse med det, som härrör af hysteresis. Det skulle emellertid för dessa maskiners och äfven för transformatorers konstruktion vara af icke ringa betydelse, om man kunde på ett enkelt sätt bestämma de af dessa orsaker härrörande förluster hvar för sig och därigenom komma i tillfälle att säkrare bestämma de medel, genom hvilka de kunde förebyggas. Vi skola anföra en ny metod, som blifvit angifven af Kapp för dylika undersökningars anställande, ehuru den blott är tillämplig för maskiner med likriktad ström.

Om man antager en dynamo-maskin för likriktad ström, som får verka som en elektrisk motor, d. v. s. dess polskrufvar förenas med ledningarna från någon elektricitetskälla, och man uppmäter strömstyrkan och potentialskilnaden samt beräknar det antal watt W maskinen erhåller äfvensom iakttager det antal hvarf n i sekunden induktorn beskrifver, kan man sätta

W =nH 4 n*F>

där H beror på hysteresis och friktionen i lagren samt F på de foucaultska strömmarne. De förstnämnda förorsaka i självfva verket effektförluster proportionela mot hastigheten och de sistnämnda mot dennas qvadrat. Dynamo-maskinen är blott föga belastad genom friktionen, så att man kan försumma induktorns reaktion och antaga, att det magnetiska fältet är konstant vid olika hastighet. Om då Z är totala antalet kraftlinier i det magnetiska fältet och N antalet trådar vid ytan af induktorn, så är den elektromotoriska kraften (se § 151, p. 272)

^ NnZ

och, om strömstyrkan är i ampere,

rT NnZi

Ei

Häraf följer

FIG. 199.

Tänker man sig i såsom e a funktion af w, under det att de Öfriga qvantiteterna äro konstanta, bor sambandet mellan dem kunna grafiskt angifvas genom en rät linie AB, på sätt fig. 199 antyder. Här äro hastigheterna afsätta såsom abscissor och strömstyrkorna såsom ordinater från origo O. Höjden OA, vid hvilken AB skär ordinataxeln, angifver den strömstyrka i0, som erfordras att öfvervinna friktionen och hysteresis, och man har därjämte

W-nTI

tf-To/;

n3"

Genom att bestämma två värden på strömstyrkan, som motsvarar två olika värden på hastigheten, kan man erhålla läget af den räta linien AB och således värdet på iQ. Hvad åter angår Z, kan dess värde beräknas ur den formel, som lemnar uttrycket för maskinens elektromotoriska kraft vid hastigheten OD = n. Sedermera kan H beräknas äfvensom den del nH af energiförlusten, som härrör af hysteresis och friktionen. Om den sistnämnda fråndrages, erhålles förlusten genom hysteresis. Förlusten ri*F genom foucaultska strömmar kan därefter lätt beräknas.

Förhållandet i0: i - AO : BD gifver den förstnämnda förlusten i jämförelse med hela förlusten W.

193. Elektriska transformatorer. - Vexelström-naaskiners användbarhet har väsentligt förökats genom deras kombination med apparater, genom hvilka en förändring eger rum af den elektriska energien från en viss potential och intensitet hos strömmen till en annan. Man benämner dylika apparater, vid hvilka elektriciteten återgifves på så sätt förvandlad, men utan att i öfrigt förändra natur, för transformatorer. Deskilja sig från dynamo-maskiner och staplar därigenom, att de icke alstra elektricitet, utan endast återgifva sådan i förändrad form, och från accumulatorer så väl däruti, att de icke likasom dessa magasinera elektriciteten, som ock därigenom, att vid dem icke någon kemisk verksamhet står i förbindelse med elektricitetens upptagande och återgifvande.

De transformatorer, som förnämligast användas, äro afsedda för vexelströmmar. I själfva verket äro dessa lättast att förändra till potential och intensitet, enär induktionen i så fall omedelbart kan begagnas. Men man kan äfven konstruera transformatorer för likriktade strömmar. Äfvenså kan man förvandla en vexelström till likriktad ström eller en sådan till vexelström.

Fig. 200.

194. Induktionsapparater. -- De första transformatorerna äro de år 1831 af *Faraday* uppfunna apparater, hvilka benämnas induktionsapparater och ofta gifvas namn efter *Ruhmkorff*, som väsentligt förbättrat dem och år 1851 gifvit dem den form de sedermera i hufvudsak bibehållit. Fig. 200 visar deras utseende. En induktionsapparat utgöres af en järnkärna, kring hvilken två trådlindningar äro anbragta. Den inre, *primära*, lindningen utgöres vanligen af l till 2 mm. grof koppartråd, och den yttre, *sekundära*, lindningen af fin koppartråd, c:a 1/4 mm. i diameter. Båda dessa trådlindningar och i synnerhet den sistnämnda böra vara väl isolerade. Man kan för den skull använda med silke öfverspunnen tråd och efter upplindningen indränka hvarje lager med schellackfernissa eller med smält paraffin eller dylikt. Dessutom kan man mellan två närgränsande lager anbringa ett tunt blad af guttapercha eller vaxpapper. Järnkärnan göres icke massiv utan af en knippa utglödgad järntråd för att förebygga foucaultska strömmar i järnet. Den primära strömmen, som vanligen erhålles från en galvanisk stapel med några element, måste oupphörligt afbrytas på det att inducerade strömmar må kunna alstras i den sekundära trådlindningen. För den skull begagnas en afbrytningsapparat, hvilken synes till höger å afbildningen. Strömmen från stapeln införes till klämskrufvarne *b, b'* och kommer genom

ledningarna f, f till den primära trådlindningen efter att hafva genomgått afbrytningsapparaten. Denna utgöres af ett litet glaskärl M, innehållande qvicksilfver, hvilket vid kärlets botten står i förbindelse med ledningen ff samt vid ytan med en platinaspets, som är fäst vid en hafstång L. Häfstången är förenad med f genom en fjäder, så att

den kan jämte denna oscillera, hvarvid platinaspetsen ömsevis nedgår i qvicksilfret och uppstiger ur detta. Till följd häraf kommer den primära strömmen att vid strömmens oscillationer ömsevis slutas och afbrytas. Häfstångens till venster varande ände uppbär ett litet järnstycke, hvilket står nära den framskjutande änden till järnkärnan, då icke någon ström genomgår apparaten. Men när man förenar stapelns ledningstrådar med polskrufvarne Z> och 6' och gifver strömbrytaren C en sådan ställning, att strömmen får genomgå qvicksilfret, platinaspetsen, häfstången, fjädern, ledningen f i den primära trådlindningen samt ledningen f, blifver järnkärnan magnetisk och attraherar det lilla järnstycket, hvarvid häfstången vrides och platinaspetsen upplyftes ur qvicksilfret. Den primära strömmen afbrytes då, och magnetismen upphör, men genom fjäderns oscillationer blifver ånyo slutning och därpå afbrott o. s. v. Qvicksilfret betäckes stundom med ett lager af alkohol, hvarigenom dels extra-ström-me.ns gnista afkyles, dels ett isolerande ämne anbringas i ledningen, hvarigenom dennas motstånd ökas så skyndsamt som möjligt.

I apparatens bottenbräde finnes en kondensator, genom hvilken verkan förstärkes. Kondensatorn utgöres af 20 till 30 stanniolblad med mellanlag af vaxpapper. Ändarne af stanniol-bladen öfverskjuta omvexlande å båda sidor, böjas och hoppressas samt förenas i derivation med de ställen af den primära ledningen, mellan hvilka af brottet eger rum. Genom kondensatorn magasineras energien hos den extra ström, som uppkommer vid den primära ledningens afbrott, och återgifves sedan, då strömmens riktning förändras. Ju hastigare afbrytningsapparaten verkar, desto mindre kapacitet kan man gifva åt kondensatorn. Användes alkohol öfver qvicksilfret eller påskyndas strömmens afbrott på annat sätt, blifver kondensatorns inflytande förminskadt.

De strömmar, som induceras i den sekundära trådlindningen, kunna tillgodogöras, om man sätter den yttre ledningen i förbindelse med polskrufvarne A och B. Förenar man dessa med hvarandra genom en galvanometer, visar denna afvikning omvexlande åt båda sidor. Men om man i den sekundära ledningen tillika inför ett stort motstånd, t. ex. ett stycke sug-papper mellan två små metallskifvor, afviker galvanometernålen blott åt ena sidan, visande att endast den genom af brottet i350 VEXELSTRÖM-MASKINER OCH TRANSFORMATORER.

den primära ledningen alstrade induktionsströmmen framtränger genom papperet. Detta beror på, att strömmen vid afbrytnin-gen har en starkare elektromotorisk kraft än vid slutningen, hvilket åter härrör af att af brytningsströmmen utvecklar sig i induktionsspiralen på en kortare tid än slutningsströmmen. Vid dennas alstrande uppstår nämligen en sluten strömkrets, i hvilken extra-strömmen utvecklar sig, hvaremot af brottet sker plötsligt, så att af brytningsströmmen i den primära trådlindningen hastigt förlöper. Kondensatorn förkortar äfven denna tid, hvarigenom den elektromotoriska kraften förstärkes. Men visserligen kan hela den elektricitetsmängd, som sättes i rörelse uti induktionsapparaten, icke förändras genom kondensatorn, enär den i alla händelser motsvarar den inducerade strömmens och magnetismens uppkomst eller försvinnande. Detta visar sig också, om man inför en galvanometer i den sekundära ledningen. Öppnas eller slutes den primära ledningen blott en gång, får man lika stora utslag, vare sig kondensatorn användes eller icke.

Om ändarne till de från A och S utgående ledningsstrå-darne för den inducerade strömmen bringas på något afstånd från hvarandra, kunna gnistor öfvergå, till och med om afståndet mellan trådändarne ökas ansenligt. Detta visar, att den potential elektriciteten erhåller i induktionsapparaten blifver mycket stor, flera tusen volt, ty i annat fall skulle det ofantliga motstånd luften utöfvar vid strömmens genomgång förhindra elektricitetens framströmning. Äfven här är det uteslutande eller förnämligast den vid af brottet inducerade strömmen som framgår. Man kan finna detta däraf, att om en galvanometer införes i ledningen, dess utslag motsvarar nämnda ström.

Vid Ruhmkorffs induktionsapparat förvandlas den likriktade strömmen, hvars elektromotoriska kraft vanligen är ringa, till en vexelström med hög elektromotorisk kraft men med ytterst ringa intensitet. Det är dock möjligt att verkställa transformationen i omvänd ordning. Låter man nämligen en elektricitetsmaskins, t. ex. Holtz' maskins urladdningar genomgå den yttre, fina trådlindningen till induktionsapparaten, uppstå i den inre, gröfre lindningen inducerade strömmar, hvilka till intensitet och potential äro jämförliga med en galvanisk stapels. Man kan därvid lämpligen införa i den inducerande ledningen en liten kondensator samt en eller flera gniststräckor.

Induktionsapparaten är af mycket stor betydelse icke blott i vetenskapligt hänseende utan jämväl för tekniken samt för medicinen. För vetenskapliga ändamål begagnas den t. ex. för undersökning af förtunnade gasers eller ångors egenskaper, för sönderdelning af gasformiga föreningar, tör frambringande af ozon, inom spektralanalysen o. s. v. Inom tekniken hafvaGAULARD OCH GIBBS M. FLIS TRANSFORMATORER. 351

induktionsapparater uti flera olika former vunnit användande vid antändning af sprängskott, af lysgas och explosiva gasblandningar, vid registreringsapparater, inom telefonien o. s. v. Man förfärdigar induktionsapparater af de mest olika dimensioner. Sålunda begagnas i vissa fall induktionsapparater af blott några få centimeters längd och ännu mindre diameter, under det att å andra sidan exempel finnas på mycket stora dylika apparater, t. o. m. mer än två m. långa. Så t. ex. fann& vid elektricitetsutställningen i Paris år 1881 en sådan af Spottis-woode konstruerad apparat, med hvilken gnistor af mer än en meters längd kunde erhållas.

195. Gfaulard och Gibbs m. fl:s transformatorer»

- Redan på 1870-talet gjordes åtskilliga försök att tillgodogöra principen för induktionsapparater vid anläggningar för elektrisk belysning. Sålunda föreslog Jdblochkoff att använda sådana apparater i samband med de af honom uppfunna båglamporna. Men det var först för tio år sedan några allvarliga försök gjordes med konstruktionen af transformatorer till elektriska belysningsanläggningar. Marcel Deprez och Car-pentier uttalade först principen för elektricitetens fördelning genom transformatorer, hvilket skulle ske på det sätt, att vid centralstationen vexelström-maskiner alstrade strömmar af låg-potential, hvilka genom induktionsapparater förvandlades till högre potential och mindre intensitet, så att de kunde genom en smal ledningstråd föras på stort afstånd för att ånyo transformeras till hög potential, att blifva passande för lampor och motorer. I praktiken blefvo dessa förslag först utförda af Gaulard och Gibbs, hvilka till en början anbragte transformatorerna i följd efter hvarandra, men sedermera i derivation efter Kennedys förslag. De använde först transformatorer af samma slag som RuhmkorfFs induktionsapparat, men öfvergingo snart till en helt annan typ.

De första transformatorer i stor skala anordnades af Gaulard och Gibbs vid utställningen i Turin år 1884 och utgjorde hästskoformiga tunna kopparskifvor, som lades öfver hvarandra^ isolerade genom mellanlagda lika formade blad; vid midten var ett ebonitrör insatt, uppfyllande den nära cirkelformiga öppningen, och i röret en kärna af järntråd. Ändarna af skifvorna voro förenade på så sätt, att det hela bildade två spiraler, motsvarande de primära och sekundära ledningarna i en induktionsapparat och där hvarje skifva utgjorde ett hvarf. Sedermera efter andra konstruktörers exempel införde äfven Gaulard och Gibbs en sluten magnetisk ledning, så att transformatorn bildades af två pelare med kopparskifvor kring en U-formig kärna af järntråd, upptill försedd med en brygga af järntråd.352

Denna anordning har på flera ställen blifvit använd och den

ligger till grund för åtskilliga nya förbättrade transformatorer.

Vid de försök, som blifvit anstälda med Gaulards och Gibbs

apparater, har man vid normal verksamhet hos dem funnit en

verkningsgrad af 85 till 89 proc., d. v. s. en så stor del af den upptagna elektriska energien har af dem återgifvas.

196. Stanley-Westinghouses transformator. -

Denna apparat, som i Norra Amerika i vidsträckt skala vunnit tillämpning, är afbildad i fig. 201 sådan den utföres af We-stinghouse-bolaget i Pittsburg. De primära och sekundära tråd-lindningarna bilda skilda och till det yttre fullkomligt lika, platta, ovala spiraler, hvilka till större delen inneslutas i en järnmantel. Denna var vid de äldre apparaterna sammansatt af plåtar i E-form, hvilka omvexlande från motsatta sidor inskötos i spiralerna, magnetiskt isolerade från hvarandra med mellanlag af papper.

Vid de nyare apparaterna är anordningen något olika, nämligen sådan fig. 202 visar. Järnplåtarne a, a hafva här

H-form, och de uppskäras så, att ändarne a±, a± kunna omböjas, på sätt afbildningen till venster antyder. Härigenom kan man inskjuta de mellersta plåtremsorna i spo-larnes p, p, s, s inre del och åter uträta deras ändar.

Vigten af järnet i en sådan transformator är omkring tre gånger så stor som vigten af koppartråden. Apparaterna utföras i flera olika storlekar. Verkningsgraden uppgifves kunna uppgå ända till 95 proc.

197. Zipernowsky, Déri och Blathys transformatorer. - Dessa tillverkas af firman Ganz & O.o i Buda-Pest samt af firman Helios i Köln-Ehrenfeld och äro af dessa firmor

FIG. 202.

FIG. 201.

\

använda vid ett mycket stort antal elektriska belysningsanläggningar i samband med de ofvannämnda uppfinnarnes vexelström-maskiner. De tillhöra två olika hufvudgrupper, af hvilka den första utgöres af transformatorer, där järnkärnan bildar en sluten figur, vanligen en cirkelformig ring, omlindad med isolerad koppartråd, likasom vid Grammes ring, men med den skilnad, att vid transformatorn strömmen samtidigt kretsar uti alla hvarfven kring järnkärnan, så att inga fria magnetiska poler uppstå. Fig. 203 visar en sådan apparat. J, I betecknar den primära, fintrådiga och II, U den sekundära, groftrå-diga lindningen. Spolarne a af den förstnämnda och & af den sistnämnda omvexla ined hvarandra, så att båda dessa trådlindnin-gar komma symmetriskt kring den af järntråd bildade kärnan. Men man kan äfven sammansätta denna af järnband eller ringformiga bleckskif-vor. Hufvudsaken är, att järnet fortgår oafbrutet i kraftliniernas riktning, men är afbrutet i däremot vinkelrät riktning, hvarför man vid användandet af breda band eller skifvor förser dessa med utskärningar efter längden för att hindra uppkomsten af foucaultska strömmar. Yid större apparater göres hvarje bleck af två eller flera delar. Trådarne, banden eller blecken äro isolerade från hvarandra genom om-spinning, med lack, papper, väf o. s. v. I stället för att, såsom å fig. 203 är antydt, hafva de primära och sekundära trådlind-ningarna omvexlande, kunna de upplindas öfver hvarandra, den torra innerst och den senare ytterst. Naturligtvis äro båda omsorgsfullt isolerade från hvarandra, så att en kortslutning icke bör kunna inträffa. Den så beskaffade induktionsapparaten infattas mellan två fernissade träskifvcr eller, såsom nu är vanligare, mellan två järnskifvor med trämellanlag, så att järnet icke kommer i beröring med trådlindningen. Nedtill uppbäres transformatorn af tre fötter; upptill är på skifvan eller ringen pol-skrufvar, nämligen två primära och tre sekundära. Den ena af de sistnämnda tjänar till att utgrena ström till båglampor, hvilka

FIG.[203.

FIG. 204.

FIG. 205.

endast erfordra 50 volt potentialskilnad, under det att potentialskilnaden mellan de båda öfriga utgör omkring 100 volt. Polskrufvarne äro anbragta på porslinsskifvor och äro förenade

med säkerhetsapparater, innehållande tråd af lättsmält metall, som smälter vid alltför stark ström. Fig. 204 visar utseendet af en sådan fullständig transformator.

Vid den andra hufvudgruppen af dessa transformatorer är koppartråden anbragt inuti och järnet ut-omkring, så att detta erbjuder slutna banor för kraftlinierna, men afskära de foucaultska strömmarne.

En dylik form hon denna apparat visas af fig. 205. Här är således den förra anordningen omkastad. Kärnan utgöres nu af isolerad koppartråd, som bildar två eller flera spiraler, och därutomkring iörst ett tunt isolerande lager och slutligen en tät omlindning af fernissad eller med bomull öfverspunnen tunn järntråd. Denna form hos transformatorn begagnas dock numera sällan. För

öfrigt användas flera andra anordningar för dessa apparater. Sålunda har man kärnan af koppartråd i form af en stående rektangel med afrundade hörn samt helt och hållet omgifven af järnbleck, hvilka äro lagda öfver hvarandra och isolerade genom pappersblad eller fernissa, på så sätt, att de isolerade koppartrådarne inuti gå vinkelrätt mot bleckens yta.

Numera användas af Helios företrädesvis kisttransforma-torer af cylindrisk form, hvilka fastskrufvas vid väggen med den ena plana ytan. Järnkärnan är af bleck i fevå delar, hvardera i E-form, och omsluta dess båda hälfter de alldeles från hvarandra skilda primär- och sekundär-spolarne, af hvilka de förstnämnda bildas af fina koppartrådar och de senare af kopparband. Transformatorn omgifves med en bleckhylsa.

Transformatorerna för elektrisk belysning från Ganz & C:o äro vanligen utförda i fyra olika typer, nämligen:

Effekt i watt. Vigt i kg. Förlust i energi vid full belastning. Magnetise-ringsarbete i proc. Verkningsgrad vid full belastning.

1,875 70 \ 2 procent J 1 1 5,5 92,5

3,750 110 3,5 94,5

7,500 180 2,5 95,5

15,000 290 1,5 96,5

Vid dessa fyra typer beräknas potentialskilnaden i transformatorns primära trådlindning till 900, 1,800, 2,700 och 3,600 volt och i den sekundära till 100 å 105 volt.

För att ytterligare lemna begrepp om de förhållanden, under hvilka den nu omtalade ungerska transformatorn arbetar, skola vi anföra ett exempel. Det afser en transformator för nominelt 10 hästkrafter eller omkring 7,500 watt.

Järnkärnans vigt................... 90 kg.

Vigten af primära tråden.............. 16 »

» » sekundära » .... 22 »

Primära trådens motstånd.............. 4,6 ohm

Sekundära » » .... 0,013 »

Potentialskilnad vid primära ledningens polskrufvar 1,873 volt

» » sekundära » » 102 »

Omsättningskoeffieient 18

Primära strömstyrkan i maximum.......... 4,28 ampere

Sekundära » » » .... 75 »

Använd elektrisk energi............... 8,017 watt

Uppsamlad » » .... 7,650 »

Verkningsgrad i maximum.............. 95,4 procent

Strömvexlingar i sekunden.............. 100.356 VEXELSTRÖM-MASKINER OCH TRANSFORMATORER.

Vi anföra äfven några försök, som blifvit gjorda af Peu-kert och Zickler rörande denna transformators verkningsgrad. Följande tabell innehåller resultaten däraf.

Primära strömmen Sekundära strömmen Verkningagrad

ampere volt watt ampere volt watt procent

2,71 125,5 340,1 12,42 24,0 298, i 87,6

3,00 142,5 427,5 14,36 26,4 379, i 88,6

4,37 191,3 835,8 20,9i 35,6 743,7 88,9

4,83 208,9 1,009,0 23,47 39,5 927, i 91,8. Antalet strömvexlingar i sekunden 100 å 109.

Vidare skola vi omnämna de försök, Fleming anstalt med dylika transformatorer för att bestämma verkningsgraden, när den nyttiga elektriska energien varierar från O till det maximilie. 206.

värde, för hvilket apparaten är konstruerad. Fig. 206 visar resultaten af dessa försök genom en kurva, där abscissorna angifva nämnda energi i watt och ordinatorna verkningsgraden i procent. Det synes häraf, att då energien varierar mellan 20 proc. och 100 proc. af dess maximivärde, öfverstiger verkningsgraden 70 proc. samt uppgår till vid pass 92 proc., när apparatens verkan är störst.

Ännu högre värde å verkningsgraden har dock Hoiti funnit, nämligen 94 till 96 proc., när effekten varierade mellan en tredjedel och hela maximivärdet.

198. Några nyare transformatorer. - Vi skola nu redogöra för några nyare af dessa apparater, hvilka äfven kommit till användande i praktiken, ehuru de visserligen icke blifvit så vidsträckt spridda som de förut beskrifna.NÅGRA NYARE TRANSFORMATORER.

FIG. 207.

Ferrantis transformator, som i synnerhet i England och Frankrike begagnas vid åtskilliga stora anstalter för elektrisk belysning och särskildt vid den stora Deptfordstationen för potentialer af ända till 10,000 volt, har det utseende fig. 207 visar till en del i genomskärning. Järnkärnan utgöres af ovalt böjda 0,8 mm. tjocka remsor a, a, hvilka äro isolerade från hvarandra och sammanhållas med en gjutjärnsram 6, & jämte skrufvarne c, c. De primära och sekundära ledningarna p och s hafva nänra rektangulär form men med afrundade kanter. Dessa

transformatorer tillverkas vanligast i fem typer från 2,5 till 25 elektriska hästkrafter, men ända till 150 h.-k:s apparater äro utförda.

Mordeys transformator, som utföres af j^Anglo-American Brush Electric Light Corporation", utgöres af en järnmantel, omslutande de båda trådspiralerna, på ^sätt fig. 208 antyder. Järnmanteln bildas af tvenne plåtar a a af rektangulär form, utskurna vid midten; de så erhållna mindre plåtarna af samma form 6 & inskjutas i den öppna delen till de primära och sekundära trådspiralerna p p och s s, hvarvid a a och 6 & komma omvexlande, åtskilda genom isolerande mel-lanlag af papper. Genom denna anordning sparas

järn, hvarjämte man erhåller såväl god magnetisk ledning som ventilation, så att transformatorn bibehålles sval. Plåtarne anbringas antingen i horisontal eller vertikal ställning och hop-hållas genom en vinkelrätt mot dem vid transformatorns sida stående eller liggande järnstång, som är vid ändarne försedd

FIG.

med gängor och muttrar för att med tillhjälp af ändskifvor och isolerande mellanlag trycka plåtarne mot hvarandra.

x Vi anföra följande uppgifter, rörande Mordeys transformator för 1,500 watt.

Primära strömmen............. 1,5 ampere

» » .... 1,000 volt

Sekundära »............. 37,5 ampere (nominelt)

» » .... 40 volt

Verkningsgrad............... 97,2 proc.

Transformatorns höjd........... 50 cm.

Plåtarnas längd............. 15 »

» bredd............. 10 »

Antal hvarf i primära ledningen 300

» » i sekundära » 12

Motstånd i primära ledningen...... 10 ohm

» i sekundära » ...... 0,014 »

Diameter hos primära » ...... 0,88 mm.

0 » sekundära » (25 parallela trådar) 3,04 » Vigt af koppar i primära ledningen . . . 2,25 kg.

». » » i sekundära » ... 2,5 »

Järnets vigt................ 22,5 »

Swinburnes transformator (se fig. 209) är väsentligt olik de senast omtalade, enär den icke har sluten utan öppen magnetisk ledning. För att förminska det magnetiska motståndet är den af särdeles fin, väl utglödgad tråd bildade järnkärnans ändar mycket utbredda, så att tvärskärningen af luftlagret, hvarigenom kraftlinierna framgå, blifver större. Öfver den med isolerade band beklädda järnkärnan kommer den sekundära koppartrådlindningen, hvilken betäckes med ett ebonitblad, samt däröfver den primära lindningen. Den sistnämnda föres med ena hälften till höger och den andra till venster om en skiljevägg af ebonit vid midten, så att man kan erhålla båda trådändarne upptill och så långt aflägsna från hvarandra som möjligt. Sedan ut-bredes järokärnan upptill och nedtill och formas därstädes halfsferisk. Transformatorn insattes i ett fernissad t lerkärl. Det uppgifves, att förlusten vid dessa apparater är vid ringa belastning mindre än med transformatorer vid sluten magnetisk ledning.

Siemens & Halskes vexelströmtransformator utgöres af en sluten oval järnring, omlindad med de primära och sekundära

FIG. 209.

trådlindningarna. Ringen kan delas i två afdelningar för att underlätta reparationen.

Vi återkomma i fråga om kraftöfverföring med vexelströmmar till andra tör detta ändamål använda transformatorer.

199. Ferraris undersökningar öfver transformatorer. - Dessa apparater hafva varit föremål för flera omfattande experimentela eller matematiska undersökningar. Vi skola till en början omnämna Ferraris försök med Gaulard-Gibbs transformatorer. Härvid undersöktes med tillhjälp af tre

FIG. 210.

elektrodynamometrar den förskjutning, fasen hos den sekundära strömmen erhöll i jämförelse med den primära. De båda ledningarna utgjordes af tunna kopparskifvor, hvilka genom paraf-iineradt presspån voro isolerade från hvarandra. Hvardera innehöllo 455 hvarf af 114 mm. yttre och 54 mm. inre diameter kring en cylindrisk järnkärna. Den.primära ledningens motstånd var 0,276 ohm och den sekundäras 0,285 ohm. Strömmen lemnades af v. Hefner-Altenecks vexelström-maskin med 80 strömvexlingar i minuten. Fig. 210 åskådliggör försökens anordning. Här betecknar T transformatorn, $p och ss de båda paren polskrufvar, Z>1, Da, D3 elektrodynamometrarne, hvilkas inre trådrullar äro rörliga, U en omkastare samt r en induk-

tionsfri, bifilart upplindad nysilfver- reostat Nar omkastax^en har kontakt vid l, genomgår den primära strömmen elektro-dynamometern D^ och den sekundära strömmen D2 i båda rullarne, under det att vid D3 den yttre fasta

rullen genomgås af den primära och den inre rörliga rullen af den sekundära strömmen. Om a och fi beteckna utslagen af Dx och D2, A1 och A2 dessas konstanter samt J^ och <72 maximi-värdena hos strömstyrkan i de båda ledningarna, har man

Beteckna i2 och iz strömstyrkorna, motsvarande tiden ^ och T är hela perioden och (p fasskilnaden, är dessutom

^ = ^ - sin (2 n yj ; ia = e7a sin (2 ^ - cp Utslaget hos D3 blifver

Y = Ä8 J i J"2 - COS 2 n(f,

då A3 är konstanten hos denna elektrodynamometer *). Sätter man för korthets skull

J"/ = a\ J* = 6; J± J9 cos 2 ^ « c? blifver

äfvensom

cos2 2 KW =__.

Häraf följer

o c 1

COS 2ntf - ---- j- . .-----T=T.

Ö

Tecknet är här alltid negativt, emedan vinkelns cosinus är

ITT

negativ, då vinkeln 2 ncp måste ligga mellan ~- och n.

u

Försöken anställdes med fem olika järnkärnor. Med en kärna af 2,92 kg. vigt, som bestod af järntrådar med 0,65 mm. diameter, erhölls vid motstånd hos den sekundära ledningen

*) Man har nämligen

y = -(£'«.,

V o

då C är en konstant, Införas ofvan anförda värden å iL och iz erhålles efter

C integration det gifna värdet å y, när man sätter ^- = A3.

från 0,409 till 14,79 ohm, värden å 2 n(p från 175° 30' till 122° 40', så att denna vinkel så mycket mera närmar sig 180° ju mera den sekundära strömkretsens totala motstånd aftager. Teorien medgifver sedan en beräkning af den till följd af hysteresis och foucaultska strömmar i järnet härrörande förskjutningen af sinusoiden, som framställer det magnetiska fältets intensitet, i jämförelse med sinusoiden, angifvande den magnetiserande kraften. I medeltal motsvarade förskjutningen en vinkel 2 nå = 6° 20'. Med en järnkärna, innehållande tjockare tråd, var denna vinkel 10° 22'; med en kärna af 16 järnstänger 24°; med en järnrörskärna 36° och med en massiv järnkärna 43°. Detta visar, att ju finare järnet fördelas, desto mindre fördröjes magnetiseringen i jämförelse med den magnetiserade kraften, men att i en massiv järnkärna, där de foucaultska strömmarne obehindradt uppträda, förskjutningen kan uppgå till nära en åttondedel af en hel period.

Af försöken framgår äfven, att fasskilnaden mellan sekundära och primära potentialen uppgår till omkring 190° samt att fasskilnaden mellan den primära strömmens styrka och elektromotoriska kraft förminskas, när transformatorn tages mera i anspråk, och blifver mycket ringa vid maximieffekten.

Förhållandet mellan de effektförluster, sam uppstå genom foucaultska strömmar jämte hysteresis, och den totala i

sekundära strömkretsen förbrukade energien beräknades af Ferraris till 0,07; 0,ii; 0,30; 0,72; 0,90 vid de fem olika former hos järnkärnan vi nyss omnämnt. Dessa värden erhöllos, då totala motståndet i nämnda strömkrets var 6 ohm.

2OO. Ryans försök ined transformatorer. - Vi

an töra vidare undersökningar, anstälda af Ryan vid "Cornell

FIG. 211.

University" med en transformator af den form fig. 211 angifver, sådan den ofta i Norra Amerika användes. Transformatorn är afsedd för 10 sextonljus-glödlampor och arbetar vanligen med362 YEXKLSTRÖM-MASKINER OCH TRANSFORMATORER.

1,000 volt potentialskilnad vid den primära trådlindningens och 50 volt vid den sekundära trådlindningens polskrufvar. För öfrigt lemnar följande tabell uppgift öfver denna apparat.

Antal trådhvarf i primära lindningen . . . . » 675

n » i sekundära » 35

Primära lindningens motstånd......... 21,8 ohm

Sekundära » » .... 0,08 »

Magnetiska ledningens tvärskärning...... 63,3 qvcm.

Järnets volym.................. 2,050 kbcm.

Antalet hela perioder per sekund....... 138.

Järnet är sammansatt af bleckskifvor med 0,5 mm. tjocklek, endast isolerade från hvarandra genom att ytan är oxiderad.

Till en början gjordes försök med den sekundära ledningen öppen, sedermera sluten med l, 5 och 10 glödlampor. Härvid bestämdes de verksamma potentialskilnaderna och strömstyrkorna, och for att kunna erhålla de förstnämnda i hvarje ögonblick användes den af Joubert angifna metoden för vexel-ström-maskiners undersökning, för hvilken vi i § 184 redogjort. Den verksamma potentialskilnaden mellan den primära trådlindningens ändar uppmättes genom att anbringa i derivation en följd af 22 lampor, hvardera med 50 volt spänning. Med tillhjälp af en elektrometer bestämdes potentialskilnaden mellan två och två af lamporna. Summan af de elfva så gjorda mätningsresultaten gåfvo nämnda potentialskilnad. Sedermera uppritades kurvor, hvilka för olika delar af perioden visade motsvarande potentialskilnad, strömstyrka och effekt. Följande tabell innehåller de förnämsta resultaten af dessa försök.

Sek. ledn. l 5 10

öppen lampa lampor lampor

Verksam potentialskilnad vid primära ledningen i volt............. 1,025 1,053 1,050 1,040

» strömstyrka därstädes i ampere 0,14 0,196 0,390 0,631

>» elektrom. kraft -vid sek. ledn. i volt 54,5 52,3 51,0 49,3

» strömstyrka därstädes i ampere .... O 1,26 5,83 10.63

Verkningsgrad i procent .... O 41,1 77,5 86,6

Total effektförlust i watt............ 96;i 94,8 87,7 82,9

Effektförlust, härrörande af hysteresis, i watt . 95,7 93,9 83,1 69,7

» » » uppvärmning i primära ledn. i watt............. 0,4 0,9 3,3 8,7

Effektförlust, härrörande af uppvärmning i sekundära ledn. i watt ; . ... 0,0 0,0 1,3 4,5.

Bet bör anmärkas, att verkningsgraden icke uppnått sitt maximi-värde, och att den sannolikt skulle Öfverstigit 92 proc., om en eller två lampor ytterligare anbragts i ledningen.KOEFFICIENTEN FÖR ÖMSESIDIG INDUKTION. H63

De foucaultska strömmarne hafva här icke varit af någon betydelse. Hvad åter angår förlusten genom hysteresis, minskas den märkbart vid högre belastning, hvilket Eyan tillskrifver mekaniska vibrationer, uppkommande genom den kraftiga repulsion, de primära och sekundära alltid motsatt riktade strömmarne sinsemellan utöfva, och hvilka förstärka de af magneti-seringen och demagnetiseringen härrörande vibrationerna. Men detta förminskar den af hysteresis beroende effektförlusten. Denna utgjorde ända till 0,046 watt per kbcm. af järnet vid öppen sekundär ledning. Den i sådant fall uppkommande stora förlusten visar nyttan af att afbryta den primära ledningen, när transformatorn icke skall verka.

2O1. Koefficienten för ömsesidig induktion. -

Innan vi taga i betraktande teorien för transformatorerna, skola vi anföra, huru man undersöker den induktion, som eger rum mellan två ledare. Antag, att en ledare A genomlöpes af en ström med den föränderliga intensiteten J, så att ett motsvarande kraftflöde däraf alstras. Anbringas en andra ledare B i närheten, uppkommer till följd häraf i denna ett föränderligt kraftflöde, hvilket är proportionelt mot J och mot en viss faktor Lm, som benämnes koefficienten för ömsesidig induktion. Dennas värde är beroende på afståndet mellan ledarne A och jB, antalet trådhvarf hos dem samt deras beskaffenhet i öfrigt och ömsesidiga lägen. Förhållandet mellan kraftflödet i i* och intensiteten J uttryckes genom iw*). Vi skola anföra några experimentela metoder för dess bestämning,

FIG. 212.

Man kan med tillhjälp af den balistiska galvanometern göra denna undersökning. Fig 212 visar schematiskt anordningen häraf.

*) Ett af Neumann härledt uttryck för denna koefficient är

.där dl och dl' beteckna längderna hos två element af de båda ledarne, r afståndet mellan dem och a vinkeln, som de bilda med hvarandra. Beräkningen på grand af denna formel blifver dock i allmänhet mycket vidlyftig.364 VEXELSTRÖM-MASKINER OCH TRANSFORMATORER.

När man med en nyckel sluter ledmingen från stapeln JP till trådspiralen A, induceras i spiralen S en ström, som genomgår galvanometern G. Härvid sättes i rörelse en elektricitetsmängd

n-L^

q~ E '

om J är styrkan af den uppkommande primära strömmen och, E den sekundära ledningens motstånd. Man har således

qE A» = T

Elektricitetsmängden q bestämmes på sätt § 40 antyder. Angifves q i Coulomb, R i ohm och J i ampere, får man L^ uttryckt i qvadranter (se § 29, p. 30).

För att kunna göra bruk af galvanometern såsom balistisk, d. v. s. för att kunna verkställa undersökningen genom att iakttaga det ögonblickliga utslaget a, får man bestämma instrumentets konstant. Sättes elektricitetsmängden

q = k . sin l a, eller för små utslag

har man således att först och främst bestämma k eller c. Man-kan göra detta på flera sätt. Har man en kondensator af känd laddningskapacitet (7, kan man ladda densamma vid en bekant potentialskilnad P, då den upptager en elektricitetsmängd Q; som är lika stor med produkten af de båda förstnämnda eller Q = CP. Urladdas nu kondensatorn och utslaget iakttages, kan konstanten lätt beräknas. Men man kan äfven begagna sig af det

genom beräkning funna värdet af koefficienten L^ till en torus, bildad af trä med två trådlind ningar öfver hvarandra med det utseende fig. 204, p. 354 visar. Betecknar A radien till den cirkel, som af den genererande cirkeln till denna torus beskrifves och den sistnämndas radie är a samt N^ och _ZV2 äro de primära och sekundära likformigt upplindade trå-darnes antal hvarf, har man koefficienten för den ömsesidiga induktionen mellan båda trådlindningarna

Lm = 2 nN^N, (A - 1/2^-"^)

äfvensom den elektricitetsmängd, som induceras i den sekundära ledningen, hvars totala motstånd är R^ genom en förändring J^ i den primära ledningens strömstyrka

t

Yid omkastning af strömmen från värdet J± till - e/"1 induceras dubbelt så stor elektricitetsmängd. Om man inför gal-vanometern i den sekundära ledningen, kan man sedermera af det uppkommande utslaget beräkna den i fråga varande konstanten*).

.* 2O2. Teorien f(Jr transformatorerna. - Denna har varit föremål för flera undersökningar. Redan Helmholtz, Kirch-hoff, Maxwell m. fi. utvecklade induktionsapparaternas teori. De nyare transformatorernas teori är framstäld af Mascart och Joubert, Ferraris, Hopkinson, Kittler o. a. Vi kunna här blott i största korthet anföra några grunddrag däraf samt några af de förnämsta resultat, hvartill teorien fört.

Till en början må nämnas, att om järnet i transformatorn är anbragt symmetriskt till båda trådlindningarna, så kan man med stor approximation antaga, att i dessas samtliga hvarf en lika stark elektromotorisk kraft induceras.

Om n± och n^ beteckna antalen trådhvarf i de primära och sekundära ledningarna, £ den elektromotoriska kraft, som i hvartdera af hvarfven induceras, samt E^ och jE2 hela de elektromotoriska krafterna i nyssnämnda ledningar, har man således

E1 = w16; E^n^e, eller

E^iE^n^.n..

Beteckna Pa och P2 potentialskilnaden^ vid apparatens pol-skrufvar, rx och r2 motstånden i båda ledningarna samt i± och ?2 de i dem varande strömmarnas intensiteter, äfvensom r yttre motståndet i den sekundära ledningen, är vidare

Om vi antaga, att motstånden rx och r2 äro ganska små, och detta är åtminstone vanligen händelsen med den sekundära spiralen, äfvensom i± tämligen ringa, kan man approximativt sätta

Pt-E^; E,-rit-P,,

Häraf följer

P, : P. -»,:»»",

eller såsom närmevärde

*) Det förtjänar anmärkas, att själfinduktionskoefficienten till en sådan lingformig trådspiral med ett antal N trådhvarf är

L =

Förhållandet p *= P± : P2 eller n± : n2 benämnes transformatorns transformations- eller omsättningskoeffident.

Förutsattes det, att samtliga trådhvarfven genomskäras vinkelrätt af de slutna kraftlinierna, äfvensom att det magnetiska motståndet är konstant samt att järnkärnan är så fint fördelad att icke foucaultska strömmar därstädes uppstå samt att hysteresis icke behöfver uppmärksammas, kan man härleda några enkla formler för transformatorerna. Betecknas järnkärnans tvärskärning med a, medellängden af kraftlinierna därstädes med l samt järnets genomtränglighet för magnetismen med //, så kan man sätta magnetiska motståndet (se §§ 117 och

119)

/Lia

De "rnagnetomotoriska" eller magnetiserande krafter (§ 114), som alstras i de båda ledningarna, kunna sättas under formen?

då de uttryckas i absoluta enheter, och följaktligen kan det antal kraftlinier, som motsvarar dessa krafter, uttryckas genom

7 __ 47t (n^ -f waia) _ 4 7r//a (w i-4- w^) ^- -E -- 7

hvarvid dock bör anmärkas att ii och ia verka i motsatta riktningar, så att deras tecken får därefter afpassas.

Självinduktionskoefficienterna L^ och £2 i båda spiralerna kunna sättas

äfvensom koefficienten för den ömsesidiga induktionen

hvilka eqvationer dock endast gälla under förutnämnda vilkor, I så fall är

Lm - V^i " ^2 *

Detta är det fördelaktigaste värdet på koefficienten för den ömsesidiga induktionen. Vidare erhålles, i fall omsättnings-koefficienten införes,

L» = -£=pL9.

Antaga vi, lika som i fråga om teorien för vexelström-maskiner, att den enkla sinuslagen är gällande för den ström, som framgår i den primära ledningen, kan man äfven förut-TEORIEN FÖR TRANSFORMATORERNA. 367

sätta, att ett analogt samband förefinnes mellan antalet Z kraft-linier i järnkärnans hela tvärskärning efter tiden t och deras maximi-antal Zm under hela perioden T, och således att

Z = Zm sin /2 n - = Zm sin «.

De elektromotoriska krafterna i de primära och sekundära ledningarna äro proportionel mot den hastighet Zf, hvarmed antalet kraftlinier förändras, eller med andra ord derivatan dZ : dt, och man har för dem uttrycken

Den största elektromotoriska kraften i den sekundära strömkretsen är således

_2«ntZn

.*-% - rn

Detta är dess numeriska värde, men naturligtvis är dess tecken positivt och negativt vid den ena och andra hälften af. perioden.

Den verksamma elektromotoriska kraften (se § 27) i den sekundära ledningen blifver

2 TV2 V2 '

om man inför antalet strömvexlingar # i sekunden i stället för perioden T.

Den verksamma strömstyrkan i den sekundära ledningen blifver, så framt det yttre motståndet r är induktionsfritt,

Jff ' TM ?7

.t -*-** n iVn&J-Jm

/y l A» (A» i

Den primära strömmens styrka är större än produkten af l : p och den sekundära strömmens styrka, och detta så mycket mera ju mindre transformatorn belastas.

Jämför man faserna för de elektromotoriska krafterna med faserna för den genom Z uttryckta induktionen, finner

man, att de skilja sig med en fjärdedel af hela perioden T från hvarandra.

Införas nämligen i uttrycken för E19 Ei2 och Z för a successivt

värdena O, <y, ^, ~9 2T o. s. v., visar det sig, att de

elektromotoriska krafterna uppnå sitt maximum, när a = O, TT,

2^ . ., och blifva noll, när a = -, --, . . under det att in-

£ &

duktionens maximi- och minimivärden komma på afstånden

71

9 därifrån, och detta motsvarar just en fjärdedel af perioden.

Man kan äfven ådagalägga, att. en förskjutning förefinnes mellan den primära strömmen i± och den magnetiserande kraften samt mellan it och potentialskilnaden P^ vid den primära trådspiralens polskrufvar, äfvensom mellan den sekundära strömmen ia och potentialskilnaden P2 vid den sekundära spiralens polskrufvar. Är den sekundära yttre ledningen Induktionsfri, blifver den sistnämnda förskjutningen noll. Betecknas fasskilnaden mellan ^ och P± med (/^ och mellan iz och P2 med if2, lemnar teorien såsom transformatorns verkningsgrad förhållandet

i[2E(2 ^cos v/_a

i(E(. cos y^ hvilket blifver

om icke någon Själfinduktion finnes i den yttre ledningen.

Ex. Vid en Zipernowskys transformator var E[- 1,000 volt; i[= 10,133 ampere; i\ = l ohm; Lt = 4 secohm (se p. 30); r2 = 0,01 ohm; Z/2 = 0,04 aecohm; w± = 540; w>2 = 54; T = 0,0198 sekunder; tvärskärningen hos den af järnband, isolerade med telegrafpapper, bildade kärnan 95 qvcm; ringecs medeldiameter 30 cm. Häraf beräknas:

p - 10; E^ - 100 volt (approximativt); Lm = 0,4 secohm; i% - 99 ampere (appr.); l - it . 30 cm. Vidare tar man

A °A 1A9

p = T-^fjno Q^ = 1>083 i det absoluta systemet C. G. S.

100 -V"2 0,oi98 Zm =

3-754-95 -

Verkningsgraden uppgick till nära 96 procent.

2O3. Själfreglering hos transformatorer. - En

ganska vigtig egenskap hos dessa apparater är deras Själfreglering. Om en transformators primära ledning är anbragt i derivation från en hufvudledning med konstant potentialskilnad, och i dess sekundära ledning ett antal glödlampor är ställdt i derivation, och flera eller färre lampor användas, regleras den primära strömmen af sig själf efter detta vexlande antal. Hade t. ex. den primära strömmen 1,000 volt och l ampere, och den

sekundära nära 100 volt och 10 ampere, kunde 20 glödlampor af vid pass 0,5 ampere hvardera därmed underhållas. Men om blott 10 lampor för tillfället användes, skulle endast hälften så stark ström som förut erfordras i den primära ledningen, d. v. s. endast 0,5 ampere, och väsentligt större blifver icke helle styrkan af den ström, som under dessa förhållanden därstäde-skulle framgå. Potentialskilnaden mellan den sekundära led ningens polskrufvar blifver i följd häraf nära konstant, huru mycket ock yttre motståndet förändras. Så t. ex. var vid den i exemplet till näst föregående paragraf omtalade transformatorn nämnda potential 98 volt vid l ohm och

99,92 volt vid 30 ohm yttre motstånd. Denna egenskap, som är af stort värde vid transformatorns användande för elektriska belysningsanläggningar, beror på järnkärnans reaktion, i det att den periodiska magnetisering, som hos järnet eger rum, framkallar i de båda trådspiralerna motsatt riktade elektromotoriska krafter. Det är den genom järnkärnan förstärkta Själfinduktionen i den primära spiralen, hvilken verkar såsom en elektromotorisk kraft, motsatt den därstädes framgående strömmens riktning, och bildar ett hinder mot den primära strömmen, så framt nämligen den sekundära ledningen är öppen. I sistnämnda fall, d. v. s. när icke några glödlampor äro i verksamhet, utöfvar icke den sekundära spiralen något inflytande. Men om den sekundära ledningen är sluten medelst de i verksamhet varande glödlamporna, verkar jämväl den sekundära strömmen, hvars fas är nästan fullständigt motsatt den primära strömmens, magnetiserande på järnkärnan, men i motsatt riktning mot sistnämnda ström. Man har nämligen, såsom vi i näst föregående paragraf funnit, antalet kraftlinier i järnkärnan

.fj === "T"

l

när tecknen på i± och i^ införas i formeln. Ju flere lampor, som äro i bruk, dess närmare blifva de magnetiserande krafterna nj,i och n^i^ lika stora, och Själfinduktionen i den primära ledningen försvagas därför, så att en starkare ström kan framkomma.

2O4. Likströmstransformatorer. - Det är möjligt, att förändra äfven en likriktad ström från en potential och strömstyrka till en annan. Yi skola för korthets skull benämna de för sådant ändamål använda apparater för likströmstransformatorer. Vanligen grunda de sig på dynamo-maskinens egenskap att verka som en motor, om strömmen från en tillräckligt kraftig elektricitetskälla föres genom maskinen. Redan år 1874 konstruerade Gramme en sådan transformator. Den utgjordes

af en dynamo, hvars induktor egde två trådlindningar, en af grof tråd och en af fin tråd af större längd. Två särskilda kommutatorer voro därmed förenade. Om t. ex. den grofva trådlindningen genomgicks af den ström, som skulle omformas, sattes induktorn i rotation, och den andra delen af induktorn frambragte då en ström af högre potential, men mindre intensitet än den primära strömmens. Omvändt blef förhållandet, då den primära strömmen fick genomgå den fina trådlindningen; man erhöll då lägre potential och starkare ström. I England hafva Paris och Scott konstruerat liknande transformatorer. Men man har också användt två särskilda induktorer på samma axel, den ena verkande som generator, den andra som motor, vare sig med gemensamma eller skilda elektromagneter. Generatorn bör vara en compound-dynamo, så att vid alla belastningar den lemnade strömmen har en konstant låg potentialskilnad, när motorn drifves af en konstant ström. Sådana transformatorer har bl. a. ScJmckert utfört.

FIG. 213.

Nyligen har Lahmeyer uppfunnit likströmstransformatorer af förbättrad konstruktion. Eig. 213 visar en dylik apparat. På maskinaxeln äro två truminduktorer anbragta. Strömmen med hög potential, som skall omformas, inkommer genom borstarne J, II till venster och genomgår trådlindningen till den stora

FIG. 214.

induktorn A^. Den sekundära trådlindningen går äfven till en del öfver Ai9 men dessutom öfver den smala induktorn A^. Man uppsamlar den sekundära strömmen genom de till höger varande borstarne, innan den utgår i den yttre ledningen III, I V. På induktorn Az verka elektromagneter, som underhållas af den sekundära strömmen. Ju starkare denna är, desto större inflytande utöfvar induktorn Az och härigenom bibehålles potentialskilnaden mellan III och J F konstant, så länge den primära strömmens styrka är oförändrad.

De båda induktorer-nas anordning framgår tydligt af fig. 214. Mellan de delar af maskinställningen, som uppbära dem, finnes ett mellanlag mm af mässing. För smärre maskiner och för potentialer till 600 volt användes truminduktor. Däremot begagnas ring-induktor för större maskiner, och i så fall komma trådlindningarna bredvid hvarandra med hvarje spole i en särskild ränna, som är försedd med fiberisolering.

Enligt Lahmeyer skulle verkningsgraden hos stora transformatorer kunna uppgå ända till 92 procent.

En annan klass af likströmstransformatorerna har såväl induktorn som elektromagneterna orörliga, men i stället en roterande kommutator, genom hvilken den magnetiska polariteten hos den med dubbel lindning försedda induktorn ständigt bringas i rotation. Vid en modifikation af sistnämnda anordning, härrörande af Jehl och Kupp, roterar inuti den dubbel-lindade induktorn en trådspiral med en järnkärna i dubbel T-form.

Likströmstransformatorerna hafva ännu icke funnit något synnerligt vidsträckt användande, men de kunna utan tvifvel vid åtskilliga tillfällen med fördel begagnas. Yi återkomma i det följande härtill.

2O5. LikstrSms-yexelströms-transformatorer. -

Det kan äfven ifrågakomma att förvandla en likriktad ström till vexelström - den vanliga induktionsapparaten erbjuder exempel i detta hänseende. Äfven en dynamo-maskin kan så

anordnas, och vi anföra en dylik af "Helios"-bolaget använd konstruktion, om hvilken fig. 215 lemnar begrepp.

Vid en tvåpolig dynamo står kollektorn a genom två diametralt motsatta lameller c, e i förbindelse med två isolerade kopparringar d och /*. Mot de sistnämnda glida två borstar g och h, och mot kollektorn borstarne &, &, hvilka äro förenade med shunten till elektromagneterna. Om maskinen sättes i verksamhet, underhållas de sistnämnda af den likriktade strömmen genom &, &, under det att g och Ji lemna vexelström. En så inrättad maskin kan lemna strömmar af både konstant och vexlande riktning.

FIG. 215.

Ett annat sätt att förvandla en likriktad ström till vexelström är med användande af Solignacs uondulateur". Vid hvarje station afbrytes linien och genomgår två vanliga transformatorer, hvardera försedd med en kommutator och anbragt i derivation af apparaten. Denna utgöres af en följd vexlande motstånd, hvilka automatiskt efter hvarandra införas i ledningen och sedan därur bortföras. Strömstyrkan i transformatorn får sålunda variera från noll till ett maximivärde, hvarjämte strömmen omkastas vid nollpunkten, men då är den andra transformatorns strömstyrka i sitt maximum.

2O6. Egenskaperna hos transformatorer rid mycket hög spänning. - Vi skola till slut anföra några undersökningar, anstälda hos Siemens & Halske i Berlin öfver transformatorer med mycket stor potentialskilnad. En del af dessa försök upprepades sedermera vid utställningen i Frankfurt a. M.

1891. Vid försöken användes en vexelström-maskin af 25 h.-k., hvars elektromagneter underhöllos af ett accumulator-batteri. Den på så sätt erhållna strömmen af 1,000 volt förvandlades med en transformator till 20,000 volt. Med en annan transformator kunde man häraf åter erhålla 1,000 volt och med en tredje transformator 100 volt.

Hvad först beträffar ämnens isoleringsförmåga vid höga potentialer, har det visat sig, att vulkaniserad kautschuk härvid är mycket lämpligt, ehuru det bör undergå en särskild beredning. En 1,5 mm. tjock skifva däraf kunde uthärda 20,000 volt utan att visa några tecken till förändring. Andra ämnen undersöktes äfven i detta hänseende. Por fasta kroppar begag-njides härvid en apparat, hvars anordning förtydligas af fig. 216.

FIG. 216.

Den utgöres af två mässingsplåtar m, my förenade med pol-skrufvarne A, S hos en transformator, och mellan hvilka plåtar en skifva J af det ämne som undersökes införes. På det att transformatorn icke måtte skadas genom kortslutning, om skifvan genomborrades, voro i ledningen 200 glödlampor anbragta i följd, hvilka började att lysa, när skifvan genomslogs. Med ett kartongblad af l mm. tjocklek inträffade detta vid 2,000 volt och med en lika tjock glasskifva vid 10,000 volt. - Vätskor undersöktes med den i fig. 217 visade apparaten. Äfven här gjorde man bruk af två mässingsplåtar m, m; dessa kunde närmas eller aflägsnas med tre ebonitskrufvar a, b, c. Vätskan och plåtarne anbragtes i ett glaskärl g, g. Plåtarne förenades med transformatorns polskrufvar A, S. I synnerhet undersöktes olja, som numera användes för isolering vid ledningar på sätt vi skola längre fram anföra, i afseende å isoleringsförmågan. Det visade sig, att denna var mycket stor, men att den förminskades, sedan en gång elektriciteten slagit genom vätskan. Så t. ex. kunde oljan efter att hafva motstått under ett första försök ända till 20,000 volt, och då först gifvit vika, förlora sin isoleringsförmåga redan vid 4,000 volt under ett andra

försök. Detta beror på, att vätskan undergår en sönderdelning vid strömmens genomgång. Hon visar sig ock grumlig efter ett dylikt prof.

Vid en försöksserie bestämdes fördelningen af potentialskilnaden i en transformator. För att åskådliggöra denna, hade man på en ebonitstång (se fig. 218) xy upphängt ett antal band

FIG. 218.

af tenn, bildande flera elektroskop. När man satte tre af dessa i samband med punkterna A, É och C af trådlindningen till transformatorn, syntes de två yttersta divergera under det att det mellersta var orörligt. Om potentialen var positiv vid Aj var den således negativ vid S och noll vid C. Förenades nu en andra transformators poler med den förstas genom ledningen Bfr kunde starka gnistor dragas såväl ur själfva transformatorn, hvilken var isolerad från /", som ock ur den andra trådlindningen. Man behöfde blott närma en med jorden förenad metalltråd d till järnkärnan e eller såsom 6 till polskrufven a för att framkalla dessa gnistor. Äfven med ett elektroskop kunde spänningen i den andra transformatorn åskådliggöras.

Beträffande de med vexelströmmarne framkallade ljusfenomenen, komma vi till dem något längre fram. Sjunde kapitlet.

Elektrisk belysning.

207. Öfversigt af den artificiela belysningens utveckling. - För det moderna samhället är den artificiela belysningen af synnerligt stor och ständigt växande betydelse, och uppfinningar, genom hvilka nya eller förbättrade ljuskällor blifva tillgängliga eller kostnaden förminskas, äro därför af framstående intresse. Hvad särskildt Sverige beträffar, öppna de nya uppfinningarna, hvarigenom förvandlingen af vattenfallens mekaniska arbete till ljus medelst elektricitet kan försiggå under mycket gynnsamma förhållanden, hjälpkällor för industrien af ännu icke fullt Uppskattadt värde, men hvilket dock förr eller senare måste göra sig gällande.

Det är först under det nittonde århundradet den artificiela belysningen gjort några väsentliga framsteg utöfver hvad den under århundraden varit. I synnerhet hvad angår det man kan kalla centralbelysning, d. v. s. vidsträckta områdens belysning från en enda utgångspunkt, är så händelsen. - Lys-eldar, facklor med beck eller talg, oljelampor af mycket ofullkomlig konstruktion samt vax- och talgljus voro fordna tiders belysningsmedel; talgljusen dock först på 1200-talet. Stearinljusens uppfinning, hvaraf äran i första rummet får tillskrifvas de Milly i Paris, men som betingats af de föregående vetenskapliga undersökningarna af Scheele och Chevreul rörande djur-fettens kemi, kommer först på 1830-talet. Tillverkningen af stearinljusen, som nu synes så enkel, har dock erfordrat stora ansträngningar och mycken sinnrikhet för att Öfvervinna alla därmed förenade svårigheter, så att ljusen blefvo färglösa, fasta och utan lukt samt klart brinnande, utan att veken behöfver putsas.

Samtidigt med stearinljusfabrikationens utveckling, försiggick utbildandet af gaslysningsindustrien. Visserligen hade man redan på 1700-talet gjort försök att begagna den vid stenkolens torra destillation och förvandling till koks utvecklade gasen för belysning. Philip Lebon i Paris konstruerade under det sista årtiond*et af förra

århundradet gasapparater, med hvilka lysgasen erhölls af trä, men hans sträfvanden rönte föga

uppmuntran. I England gjorde gasbelysningen snabbare framsteg. Man kan räkna dess praktiska införande därstädes från år 1803, då William Murdoch anlade ett stenkolsgasverk vid Watts berömda fabrik i Soho. Men mot lysgasens användande vid den enskilda och offentliga belysningen uppreste sig många hinder, både tekniska och sociala. Gasens rening var till en början bristfällig och dess lyskraft ringa. De alstrade förbränningsprodukternas skadlighet försvårade äfven lysgasens införande. Men icke nog härmed. Ljusstöparnes och oljefabrikanternas korporationer ansågo sina intressen hotade och skyndade att bekämpa den nya uppfinningen. Den offentliga belysningen, för hvilken lysgasen i främsta rummet skulle vara till gagn, var ännu vid början af detta århundrade föga tillgodosedd. I London hade den först år 1736 blifvit regelbunden, sedan en korporation i City tagit saken om hand och anordnat belysning med några tusen oljelampor. Det var en tysk äfventyrare vid namn Winzler, som fattade den djerfva planen att belysa London med gas. Han lyckades bilda ett bolag, hvilket år 1810 erhöll privilegium af parlamentet. Sedan Samuel Clegg, en framstående engelsk ingeniör, erhållit ledningen af detta företag, bragtes det till en lycklig utgång. Från den l april 1814, då en del af London första gången belystes med gas, kan man räkna införandet af den offentliga gasbelysningen. Clegg uppfann flera af de metoder och apparater, hvilka sedermera allmänt begagnats vid lysgas till verkningen. Sålunda införde han gasens rening med kalk, förbättrade de retorter och retortugnar, i hvilka stenkolets destillation försiggick, konstruerade gasuren m. m. Man har i främsta rummet Clegg att tacka för gaslysningsteknikens hastiga framsteg.

Det dröjde icke länge,o innan andra länder tillegnade sig det nya belysningssättet. Ar 1820 upprättades i Paris denna stads första offentliga gasverk. I Tyskland byggde ett stort engelskt bolag, "Imperial Continental Gasassociation", år 1826 i Berlin oden första stora anstalt af detta slag. Sverige kom senare. År 1846 infördes gasbelysningen i Göteborg och i Stockholm år 1853. I båda dessa städer var det den enskilda företagsamheten, som vågade det då mycket djärfva steget att anlägga gasverk.

Under det att stearinljus- och gaslysningsindustrierna uppblomstrade, utvidgades belysningstekniken på helt andra områden. Oljelamporna, hvilkas konstruktion småningom förbättrats, blefvo af vida större betydelse än förut, sedan fotogenen nästan fullständigt utträngt andra oljor såsom lysmedel. I fråga om den enskilda belysningen blef naturligtvis fotogenen en mycket farlig medtäflare till .stearinljuset och i viss mån äfven till lysgasen. Men ännu betänkligare syntes utsikterna blifva

för gasverken, när för omkring tio år sedan det elektriska ljuset från ett vetenskapligt experiment förvandlades till en fullt praktisk tillämpning af elektriciteten. Erfarenheten har dock visat, att gasverken ingalunda behöfva lida men af denna täflan. Vi återkomma längre fram till denna fråga.

208. Olika sätt för frambringande af elektriskt ljus. - Sedan Davy upptäckt den galvaniska ljusbågen, som alstras mellan två kolspetsar (§ 9), äro många försök gjorda att använda det elektriska ljuset för belysning. Man har ock numera lyckats att lösa detta svåra tekniska problem. Vi skola redogöra för de förnämsta metoder och apparater, som för detta ändamål användas.

Det är i hufvudsaken på två väsentligt olika sätt, som man genom elektricitet kan verkställa belysning. Enligt det ena alstras mellan två kolspetsar en ljusbåge; det är detta sätt, som man först begagnat, och det torde alltid vara det lämpligaste, nar starka ljuskällor äro behöfliga. Den andra metoden består i att genom elektricitetens tillhjälp frambringa glödning hos något ämne, vanligast en fin kolstång eller tråd af kol; härigenom frambringas svagare ljus, men en fördelning af ljuset låter sålunda lättare verkställa sig. För öfrigt gifves det åtskilliga afarter af de elektriska ljusapparaterna, där visserligen glödningen är det väsentligaste, men där tillika en förbränning af kolet eger rum. A andra sidan uppstår alltid, när en ljusbåge mellan kolspetsar alstras, tillika glödning af dessa och af mellan dem varande ämnen, hvilket väsentligt bidrager till belysningen, om icke hufvudsakligen åstadkommer denna.

Till en början skola vi anföra några egenskaper hos den elektriska ljusbågen samt några elektriska företeelser, som äro af vigt med hänsyn till den elektriska belysningen.

209. Uppkomsten af ljusbågen. - Om man förenar de båda polerna till en stark galvanisk stapel eller någon annan kraftig elektricitetskälla med en ledningstråd, och på något ställe af denna ett afbrott eger rum, men så att ändarne ligga tätt intill hvarandra, utvecklas därstädes ljus. Detta härrör af att de båda trådändarne beröra hvarandra blott efter en helt liten yta, vid hvilken motståndet till följe häraf växer, och genom den värmealstring, som föranledes häraf, kommer tråden i glödning vid i fråga varande ställe. Det så utvecklade ljuset är icke fullt jämförligt med den elektriska gnistan, som man erhålkr vid elektricitetsmaskinen och laddflaskan, ty den höga tension, som dessa gifva 'elektriciteten, gör för denna möjligt att öfvergå ganska stora afstånd, hvilket däremot icke är händelsen med den galvaniska stapelns elektricitet. Visserligen

kan äfven denna öfvergå mellan två på något afstånd från hvarandra varande ledare, men stapeln får då innehålla ett mycket stort antal element. Sålunda gjorde Gassiot bruk af 3,520 koppar-zink-element för att få den elektriska gnistans slagvidd till en fjärdedel af en millimeter. Med Warren de la Rues stapel (§ 81) har man dock kunnat erhålla gnistor på betydligt större afstånd, och med de nya dynamo-maskinerna och transformatorerna kan man få gnistor af flera centimeter. Huru man med de stora induktionsapparaterna kan erhålla gnistor af betydande längd, hafva vi förut visat. Äfven kan man underlätta ljusbågens uppkomst, utan föregående beröring mellan elektroderna, om gnistan från en laddflaska till en början får öfvergå mellan dem.

Har man en gång erhållit elektriska gnistor mellan tråd-ändarne, antingen på sätt nyss nämndes genom att hålla dessa intill hvarandra, eller ock geuom att verkställa urladdningen af en laddflaska däremellan, kan men sedermera småningom aflägsna ändarna frän hvarandra, utan att ljuset slocknar. En ljusbåge mellan de båda elektroderna uppstår sålunda. Man behöfver emellertid ej något synnerligt stort antal element för att på detta sätt alstra en ljusbåge. Gror man bruk af kolspetsar såsom elektroder kunna 25 till 30 Bunsens eller Groves element göra tillfyllest, ehuru visserligen ljusutvecklingen blifver så mycket intensivare och bågen kan erhållas så mycket längre ju starkare stapeln är. Ju lättare elektroderna, mellan hvilka ljusbågen uppkommer, kunna förflyktigas, dess längre kan afståndet mellan dem utsträckas. Mellan platinatrådar kan den endast med svårighet uppstå, lättare mellan zinktrådar, men ännu lättare mellan kolspetsar, synnerligen om de äro indränkta med lätt flyktiga salter. Grove har uppstält en serie af metaller, allt efter som de lemna den längsta och mest lysande ljusbågen. Den omfattar: kalium, natrium, zink, qvicksilfver, järn, tenn, bly, antimon, vismut, koppar, silfver, guld och platina. Det är likväl ingalunda likgiltigt, om det är den positiva eller negativa elektroden, som är den lättast förflyktigade. Den positiva utöfvar nämligen i detta fall ett öfvervägande inflytande. Man finner i själfva verket, att mellan en lätt flyktig positiv och en mindre lätt flyktig negativ elektrod ljusbågen bildas nästan såsom mellan två lättflyktiga elektroder. Ljusbågen mellan kopparspetsar har en egendomlig grön färg, som är mycket tröttande för ögonen. Zinkbågen har opalblå färg.

Luftens tryckning utöfvar inverkan på ljusbågen. Anbringar man två kolspetsar i en luftpumpsklocka, så att en ljusbåge alstras mellan dem, och luften i klockan förtunnas, finner man att man kan föröka afståndet mellan kolspetsarne. Davy fann, att när luften i klockan var så förtunnad, att dess spänstighet

var endast 6 mm. qvicksilfverpelare, kunde kolspetsarnes afstånd förökas från 11 till 18 cm. Yi återkomma något längre fram till elektricitetens ledning genom gaser och tomrummet.

Om man undersöker de båda elektroderna, finner man, att den positiva alltid förlorar i vigt. Detta kan äfven vara fallet med den negativa, ehuru icke i så hög grad som med den förstnämnda. Men det kan inträffa, att den negativa elektrodens vigt förökas; detta är i synnerhet händelsen, om ljusbågen alstras i förtunnad luft eller i qväfgas. I luften försiggår en förbränning med låga af kolspetsarne, och då måste båda förlora i vigt, ehuru den positiva mest, ofta omkring dubbelt så mycket som den andra. Vigtsförlusten vid den positiva elektroden beror dock icke blott på förbränningen, utan på en lösslitning af kolpartiklar därifrån, och dessa transporteras af ljusbågen mot den negativa elektroden. Betraktar man bågen genom ett färgadt glas, kan man varseblifva de glödande kol-partiklarne, som öfvergå mellan spetsarne. Matteucci har genom mikroskopet iakttagit partiklarnes öfvergång, när såsom elektroder användes järnkoner; han såg de smälta kulorna hastigt rulla mot den positiva

spetsen och därifrån kastas mot den negativa och därstädes afsätta sig. Yoro de båda konerna i beröring, blef den positiva rodglödande, och om man långsamt aflägsnade dem, erhölls en bågformig lysande ström, som öfvergick från den positiva till den negativa elektroden.

Men om också en förflyttning af fasta kol- eller metall-partiklar eger rum, är dock otvifvelaktigt, att jämväl en afdunstning eller ångbildning af kolet eller metallen försiggår, åtminstone vid den positiva, varmare elektroden. En kokning vid denna kan till och med inträda.

Såsom Van Breda ådagalagt eger äfven en förflyttning rum från den negativa till den positiva elektroden, ehuru vida svagare än i den motsatta riktningen. Om man vid försöket använde två kulor af t. ex. guld eller silfver, skulle den sistnämnda efteråt visa spår af guld, den förra af silfver. När emellan två kopparkulor anbragtes en isolerad järnskifva, tilltog under ett försök den positiva kulans vigt med 63 och den negativas med 360 mgr. Båda kopparkulorna voro då betäckta med järn från skifvan.

Hålles under ett ögonblick ett kallt föremål i en ljusbåge mellan metalliska poler, visar sig spår af metallen utfälda på den kalla ytan.

Till följe af den olika åverkan, som de båda etektroderna lida, förändras deras form på olika sätt under elektricitetens genomgång. Man kan utan svårighet undersöka detta genom att med tillhjälp af en lins framkalla en förstorad bild af bågen

FIG. 219.

på en skärm.*) Två kolspetsar få den form fig. 219 antyder, så att den negativa blifver allt spetsigare genom afsättningen utaf de öfverflyttade kolpartiklarne, och den positiva urhålkas i motsvarande mån eller åtminstone afplattas, så att den bildar

en nära plan yta, i det att urhålknin-gens kanter forbrinna i luften. Detta har naturligtvis endast afseende på förhållandet sådant det visar sig, när konstanta strömmar användas. Uppstår ljusbågen genom vexelströmmar, hvilka ständigt förändra riktning, bibehålla båda elektroderna spetsformen. Den elektriska strömmens gång mellan elektroderna betingas genom de från dessa lösryckta partiklarne och af de bildade ångorna. När till en början beröring mellan spetsarne eger rum, uppstår en vanlig elektrisk gnista, men när de aflägsnas från hvarandra, bildas en ledning af de frånskilda partiklarne eller ångorna. Denna ledning utöfvar ett temligen stort motstånd och kommer därför i liflig glödning. Att i själfva verket ljusbågen utgör en del af den elektriska strömmens ledning, har man omedelbart genom försök ådagalagt. Sålunda införde Matteucci vid två punkter af bågen ändarne af platinatrådar, omgifna med glasrör och i förening med en galvanometer; dennas nål angaf då en elektrisk ström mellen de båda punkterna.

Vi vilja nu omnämna de försök öfver ljusutvecklingen med vexelströmmar af hög potential, som först anstäldes vid Siemens & Halskes fabrik och upprepades vid utställningen i Frankfurt a. M. Man använde här strömmar af ända till 40,000, ja i ett fall 48,000.volt. Ljusbågen framkallades mellan elektroder af olika slag: skifvor, kulor och spetsar af metall äfvensom kolspetsar. Mellan skifvor uppstår bågen med största svårighet; och lättast mellan spetsar. För de tre förstnämnda elektroderna äro slagvidderna vid lika potential i förhållande af 1:2:3. Ljusbågen höjdes öfver de horisontalt anbragta spetsarna på sätt fig. 220 antyder. Yid 20,000 volt kunde afståndet mellan spetsarne förökas ända till 107 mm. Ljusbågen mellan kolspetsarne var praktfullast vid sistnämnda potential

*) Den stora intensitet, som utmärker den elektriska ljusbågen, tillåter icke att man länge med blotta ögat betraktar denna. Man bör använda ett sotadt glas eller dunkelt färgade glas, lämpligast uranglas, hvilket såsom Foucault funnit hämmar de kemiska strålarne.

och blef svagare vid den högre spänningen. Äfven anstäldes försök med dunkla urladdningar öfver en glasskifva, då en strålkrans uppstod, hvarefter gnistorna hopsloto sig till en skifvan omslingrande flambåge och

skifvan till slut genomslogs.

21O. Värmeutvecklingen och temperaturen i ljusbågen. - Att en betydande värmeutveckling måste försiggå i ljusbågen är uppenbart, och temperaturen i denna är ock

FIG. 220.

synnerligt hög. Man har därför gjort bruk af ljusbågen för att smälta de mest svårsmälta ämnen*). Por detta ändamål kan man, då det är fråga om små stycken, anbringa elektroderna öfver hvarandra, den undre i förbindelse med den positiva polen. Denna kan lämpligen bildas af ett urhålkadt kolstycke, i hvilket man lägger det ämne, som skall smältas. Den negativa elektroden utgöres af en kolspets. Kolet kan man likväl icke på detta sätt få att smälta, åtminstone icke annat än ytterst små stycken däraf. Despretz visade dock år 1850,

»om nu mera

') Vi komma längre fram att närmare redogöra för de elektriska ugnarne, i mera erhållit ganska stor praktisk betydelse.

att äfven när kolet är i temligen stora stycken, det kan bringas åtminstone nära smältning. Han använde för den skull en stång af antracit, grafit eller sockerkol, som fästes mellan elektroderna, hvilka voro omgifna med qväfgas, komprimerad till 2 å 3 atmosferen Strömmen alstrades af 600 Bunsens element, ordnade i 6 eller 12 grupper. Kolet mjuknade vid den så erhållna höga temperaturen. Det är äfven möjligt att hopsvetsa så uppmjukade kolstycken. En kolstång af 4 till 6 mm. diameter är böjlig, när den genomgås af en ström, tillräckligt stark att göra stången intensivt lysande, enligt hvad Elihu Thomson visat. Despretz har ådagalagt, att det är lättare att bringa kolet att afdunsta än att smälta detsamma. Han omgaf kolspetsarne med en glasklocka, i hvilken luften förtunnades. Sedan det positiva kolet erhållit en mycket hög temperatur och en bländande hvitglödning af detsamma inträdt, såg man plötsligt ett svart moln uppkomma uti glasklockan, och ett svart stoft afsatte sig på kärlets sidoväggar. Vid andra försök, äfven i förtunnad luft, användes induktionsströmmen från en Euhmkorffs apparat och såsom elektrod nedtill en cylinder af sockerkol och upptill en knippa af tolf mycket fina platinatrådar. Strömmen fick vara i verksamhet under mer än en månads tid, hvarvid blott några få element dref induktionsapparater Man fann sedermera platinatrådarne öfverdragna med ett tunt svart lager, hvilket, när det undersöktes med förstoringsglaset, visade sig innehålla små svarta octaedriska kristaller äfvensom några hvita med diamantglans. Att dessa verkligen voro små diamanter synes äfven däraf, att man därmed kunde hastigt polera rubiner, hvilket endast med diamantpulver kan verkställas.

Värmeutvecklingen i ljusbågen är ingalunda lika vid båda elektroderna, utan eger förnämligast rum vid den positiva sidan. Använder man t. ex. två järnkoner, finner man, att den positiva blifver mycket' het, under det att den negativa föga uppvärmes. Matteucci uppmätte elektrodernas temperatur medels ett litet termo-elektriskt element, som infördes i en fördjupning nära spetsen. Han fann sålunda, att temperaturskil nåden mellan båda elektroderna är så mycket större, ju mindre ledande och af ju lösare sammanhang dessa äro.

Rossetti*) har sedermera anstalt ganska omfattande försök öfver temperaturen hos ljusbågen. Denna alstrades mellan två kolspetsar i vertikal ställning, med användande af en regulator, så att afståndet mellan dem kunde bibehållas konstant. Temperaturen bestämdes på det sätt, att på ytan af en termo-elektrisk stapel, anbragt på afstånd från ljusbågen, fingo strålar

*) Journal de Physique, T. VIII, p. 257; T. X. p. 456.

från denna eller från olika delar af kolspetsarne falla, dock så, att endast en strålknippa af bestämd tvärskärning fick träffa stapeln. Den uppkommande termo-elektriska strömmen undersöktes medelst en reflexionsgalvanometer. Resultaten af Ros-settis iakttagelser äro hufvudsakligen följande:

Huru liten utsträckningen af kolens utstrålande yta än må vara, har denna likväl icke öfverallt samma temperatur. Vid de delar af kolstängerna, som äro mest tillspetsade, är temperaturen högre. Den positiva kolspetsen har, från

det ögonblick det elektriska ljuset alstras, en högre temperatur än den negativa. Denna temperatur är dock olika allt efter strömmens styrka. Så t. ex. erhölls en temperatur af 2,190°, när 50 Bunsens element användes för strömmens frambringande, men af 2,784°, när 80 sådana element begagnades. Temperaturen hos den yttersta delen af den negativa kolspetsen uppgick till minst 2,500° och hos den positiva kolspetsens yttersta del till minst 3,200°. Emellertid kunde temperaturen stiga vida högre, så att Rossetti iakttog ända till 3,150° hos den negativa och 3,900° hos den positiva kolspetsen. Beträffande själfva ljusbågens temperatur, befanns den vara omkring 4,800°, oberoende af bågens storlek och af strömstyrkan.

Hvad nu blifvit anfördt, har naturligtvis afseende på ljusbågen, frambragt med en konstant ström. Gör man bruk af vexelströmmar, blifver icke genom dessa någon anledning till olika temperatur hos de båda kolspetsarne.

211. Korta och. långa ljusbågar. - Vid ljusbågens användande för belysning, har man lärt att skilja emellan de ganska olika egenskaperna hos korta och långa ljusbågar, hvilket förnämligast af Élihu Thomson blifvit utredt. Om vi antaga, att två kolspetsar till en början äro i beröring och genomgås af en ström, och de långsamt aflägsnas från hvarandra^ synes rummet mellan dem uppfyldt af heta ångor och först vid afståndet 0,5 till 0,7 mm. uppstår hvad man kallar en kort ljusbåge. Det erfordras härvid blott en potentialskilnad af c:a 25 volt. Men den korta bågen har ett fräsande ljud och gifver ostadigt ljus. Dessutom behöfva kolen vara ganska täta och hårda. Eör samma elektriska energi erfordras vid den korta bågen omkring dubbelt så stark ström som vid den långa och förlusten i yttre ledningen, förutsatt att dennas motstånd är oförändradt, blifver fyra gånger så stor som vid sistnämnda ljusbåge. Man använde förr ofta korta ljusbågar, men numera har man funnit fördelen af att gifva bågen en större längd. Det visar sig nämligen, om man, sedan en kort ljusbåge alstrats, allt mera aflägsnar kolspetsarne från hvarandra, att bågen visserligen till en början blifver ostadig och vacklande, men seder-384
ELEKTBISK BELYSNING.

mera inträder i ett jämvigtstillstånd, hvilket motsvarar den långa ljusbågen. Med en ström af 10 ampere är båglängden då åtminstone 1,5 å 2,5 mm. Använder man kolspetsar af god beskaffenhet blifver ljusbågen mycket lugn och potentialskilnaden bibehåller sig vid c:a 45 volt. Vid svagare ström böra dock spetsarne komma hvarandra närmare än vid starkare ström. Vi återkomma snart till frågan om afståndets inflytande.

2JL2. Magnetismens inverkan på ljusbågen. -

Redan Davy ådagalade, att magnetismen utöfvar inflytande på ljusbågen. Arago hade nämligen uttalat den förmodan, att en magnet och en i grannskapet varande ljusbåge utöfva vexelverkan på hvarandra, hvilket af Davy genom försök bekräftades. Han fann därvid, att bågen attraheras eller repelleras af en stark magnets pol, allt efter strömmens riktning och hvilkendera af de båda magnetpolerna som närmas till bågen. Denna krökes så mycket mera, ju starkare magneten är, och den kan till och med, såsom De la Eive funnit, afbrytas, om magneten är synnerligen stark. Den sistnämnda fysikern visade äfven, att om man magnetiserar två järnkoner, mellan hvilka en ljusbåge alstras, uppkommer denna med mera svårighet och dess utseende blifver förändradt, hvarjämte ett egendomligt ljud uppstår vid partiklarnes lösryckande.

Anbringar man två kolspetsar i vertikal ställning öfver hvarandra, och ljusbågen alstras mellan dem, samt å ömse sidor om denna en elektromagnets poler fä verka, krökes bågen i en mot linien mellan dessa poler vinkelrät riktning, och den får, om polerna komma temligen nära bågen, en spetsig form.

Äfven jordmagnetismen kan utöfva ett icke oväsentligt inflytande på ljusbågen. Detta visar sig förnämligast genom att bågens maximilängd är olika i olika ställningar. Despretz har ådagalagt detta. Intogo kolspetsarne horisontal ställning, vinkelrätt mot den magnetiska meridianen, blef nämnda längd störst, när den positiva spetsen låg åt östra sidan. Är den positiva spetsen öfverst, kan bågen blifva längre, än om nämnda spets är nedtill. Med 600 Bunsens element i sex parallela serier, blef ljusbågens maximilängd i ena och andra fallet 74 och 56 mm. Men otvifvelaktigt äro här äfven andra omständigheter än jordmagnetismens inflytande bestämmande.

I samband härmed vilja vi nämna, att äfven den elektriska strömmen utöfvar verkan på ljusbågen, hvilket är lätt

förklarligt, då denna är en del af ledningen, och således den bör attraheras af strömmen, om båda gå i lika riktningar, men i motsatt fall repelleras. Vi skola längre fram finna, att man försökt göra bruk af detta förhållande vid vissa konstruktioner af den elektriska lampan.

2513. Ljusstyrkan hos den elektriska ljusbågen.

- Yi skola nu lemna några uppgifter angående ljusstyrkan hos den elektriska ljusbågen samt några i samband härmed stående egenskaper hos denna. Längre fram skola vi återkomma till redogörelse för några af de förnämsta undersökningar öfver olika elektriska lampor.

Yi böra först nämna, att någon allmänt giltig enhet för ljusstyrkans uppmätning icke finnes antagen. Än uppgifves ljusstyrkan i stearin-, paraffin- eller vaxljus, än i normalljus, sådana man vid lysgasens pröfning använder dem, än i "bec Carcel", hvilken sistnämnda enhet i Frankrike allmänt begagnas. Densamma är ljusstyrkan hos lågan af en moderatÖrlampa, i hvilken renad colzaolja förbrinner, 42 gram per timme. En "bec Carcel" motsvarar 9,5 engelska normalljus, hvaraf sex gå på ett engelskt skålpund och förtära 7,77 gram spermaceti i timmen hvardera, eller 7,6 tyska "Vereinskerze", paraffinljus, hvaraf sex väga ett halft kilogram*).

En annan omständighet, som är af vigt att iakttaga uti i fråga varande hänseende, är att det ingalunda är likgiltigt i hvilken riktning ljusstrålarne utgå från ljusbågen. Om såsom vanligen är fallet kolspetsarne stå vertikalt, och den positiva polen är upptill, är ljusstyrkan väsentligt större nedåt än uppåt, Det bör därför angifvas, i hvilken riktning strålarne utgå, då *man vill uttrycka en ljusbåges intensitet. Finnes icke någon särskild uppgift häröfver, antages att ljusstyrkan är hänförd till den horisontala riktningen. I andra fall är däremot den största ljusstyrkan angifven, hvilket vanligen svarar mot en lutning af vid pass 45fl mot horisonten.

Efter dessa förberedande anmärkningar vilja vi anföra några af den vetenskapliga forskningen gjorda iakttagelser öfver den elektriska ljusbågens intensitet.

Despretz fann, att bågen icke öfverallt har samma glans. Antag att kolspetsarne äro horisontala, och att man småningom ökar afståndet mellan dem. Ljusbågen blifver till en början rätlinig, sedan synes ett mörkt rum ofvanom och nedanom densamma, och upptill slutar den med en efter en cirkel böjd del, hvilken småningom höjes och förvandlas till en spetsig vinkel, hvarefter bågen brytes, Despretz har äfven visat tillvaron af ömsevis ljusa och dunkla band i transversal riktning.

Neef har fäst uppmärksamheten därå, att till en början ljuset visar sig endast vid den negativa elektroden. Men visserligen förändras förhållandet, sedan den positiva elektroden

*) Violle har föreslagit en ny Internationel ljusenhet, nämligen den ljusmängd, som utstrålar i normal riktning från l qvcm. smält platina vid stelningstemperaturen, och hvilken motsvarar 2,08 hec Carcel.

hunnit att blifva upphettad och öfvergången af partiklar börjat. Ljuset är sedermera starkare omkring den positiva än omkring den negativa kolspetsen.

Beträffande beskaffenheten af det elektriska ljuset i jämförelse med solljuset och andra ljuskällor, äro många försök anstälda. Ljusbågen och solljuset erbjuda i själfva verket ganska stor öfverensstämmelse i utseende och egenskaper. Den kemiska verksamheten hos bågen är så betydande, att man nu mera inom fotograflen vid flera tillfällen gör bruk därutaf för att kunna hvilken tid som helst på dygnet erhålla ljusbilder.

Såsom C. W. Siemens och Dehérain funnit, kan äfven det elektriska ljuset åtminstone till en viss grad ersätta solljuset för växternas utveckling*). Man får dock icke föreställa sig, att det elektriska ljuset är fullkomligt lika sammansatt som solljuset. Undersökningen med spektroskopet visar, att ljusbågen är synnerligt rik på blåa, violetta och ultravioletta strålar, således på dem, hvilka äro mera brytbara, men ega mindre våglängd än de andra strålarne i spektrum. Men det är just dessa mycket brytbara strålar, som företrädesvis äro kemiskt verksamma, och ljusbågen är därför i detta hänseende jämförelsevis kraftigare än solljuset. Däremot är värmestrålningen icke

så riklig från det förra, ehuru visserligen äfven här den vida större delen af de från ljusbågen utgående strålarne äro mörka värmestrålar. Tyndall fann nämligen, att om man delar utstrålningen af det elektriska ljus, som alstras af 50 Groves element, i 10 lika delar, är blott en af dessa delar lysande, under det att de 9 delarne äro mörka. Por jämförelses skull bör dock nämnas, att en hvitglödande platinatråd utsänder strålar, sådana, att af 24 delar endast en är lysande och 23 mörka, samt att för en gaslågas strålar förhållandet mellan de lysande och endast värmeförande är såsorn 1: 24.

Fizeau och Foucault hafva jämfört det elektriska ljuset och solljuset i hänseende till bådas kemiska verkningar, i det de läto två strålknippor med lika tvärskärning verka hvar för sig på en fotografisk plåt och iakttogo tiden, erforderlig för lika stark verkan. De från den positiva elektroden af ljusbågen, alstrad med 46 Bunsens element, utgående strålarne visade en intensitet eller glans af 0,235 i .förhållande till solljusets; den negativa elektroden egde blott vid pass en tredjedel så stor intensitet som den positiva. Drummonds kalkljus, hvilket näst efter den elektriska ljusbågen utgör den mest intensiva af de artificiela ljuskällorna, befanns blott ega TJ^ af solljusets glans.

*) Se en afhandling af den sistnämnde i PElectricien, 1881, p. 162. - Redan år 1861 hade Hervé Mangon iakttagit, att det elektriska ljuset är i stånd att framkalla det gröna färgämnet hos i mörkret frambragta växter

Naturligtvis blifver ljusstyrkan väsentligt olika, allt efter styrkan af den elektriska ström man använder för bågens alstrande samt efter elektrodernas beskaffenhet och afstånd från och läge till hvarandra. Att under för öfrigt lika omständigheter ökad strömstyrka gifver starkare ljus ar uppenbart af det sätt, på hvilket bågen alstras, men lagen för denna tillväxt framgår icke tydligt af de gjorda försöken.

Elektrodernas beskaffenhet utöfvar ock väsentligt inflytande. Om de olika slags kol, man vid den elektriska belysningen använder, skola vi senare nämna; vi inskränka oss nu att meddela några resultat af de angående ljusstyrkan gjorda försöken. Sålunda fann redan Bunsen, att om kolspetsen indrankes med en koncentrerad lösning af glaubersalt, ljusbågens glans förökas samt till och med kan fördubblas. Casselmann gjorde ganska vidsträckta försök i detta hänseende. Han uppstälde på grund af dem nedanstående tabell*), hvarvid Ijusstyrkan angifves i antal stearinljus och strömstyrkan i absolut mått. Såsom elektricitetskälla begagnades en stark galvanisk stapel. Kolen voro efter impregneringen starkt utglödgade.

i Elektroder. Afstånd mellan spetsarne. Strömstyrka. Ljusintensitet.

; Kol .... / | \ icke mätbart 90,504 92,3 j

4,5 mm. 65,275 139,4 i

syrad strontian .... \ 0, 7 5 » 94,037 334,7 !

0,75 » 101,540 336,6 j

0, 5 0 » 113,900 353,o !

6, 7 5 » 83,938 274,o

i Kol, indränkta med kaustikt^ 1 kali .... -\ 2,5 » 95,910 150,o |

8,0 » 78,ooo 75,1 j

1 Kol, indränkta med zinkklorid<[1 j 1,0 76,596 623,8

5,o » ' 64,141 159,i .

Kol, indränkta med borax och J i svafvelsyra .... \ 1,5 67,611 1171,3 ;

5,0 » 60,887 165,4

Det framgår häraf, hvilket stort inflytande inblandningen af vissa ämnen i kolen har på den mellan dem frambragta ljusbågen. Måhända skulle denna omständighet kunna blifva af praktisk tillämpning för att höja effekten hos de elektriska

*) Annalen der Physik nnd Chemie, Bd 63, p. 576. De för strömstyrkan antagna enheter äro blott en tiondedel af de numera gällande, d. v. s. & ampere.388

lamporna, i synnerhet som Casselmann fann, att ljusbågen blifver lugnare och tystare, när impregnerade, än då vanliga kol begagnas. Detta öfverensstämmer likväl icke med senare iakttagelser, enligt hvilka inblandningen af främmande ämnen visserligen höjer ljusstyrkan, men föranleder olägenhet genom att lågor och rök alstras. Fontaine uppställer till och med såsom regel, att kolspetsarne böra vara af kemiskt rent kol.

Det synes af ofvanstående tabell, att afståndet mellan kolspetsarne utöfvar stort inflytande på ljusstyrkan. I samma mån detta afstånd ökas, i samma mån ökas ock ljusbågens utsträckning, men tillika aftager strömstyrkan, så framt elektricitetskällan är oförändrad. Dessutom eger ljusbågen .så mycket mindre stabilitet, ju större dess längd är. Det måste därför med samma elektroder och samma elektricitetskälla vara ett visst afstånd mellan spetsarne, hvilket är det för belysningen fördelaktigaste. Men det är nödvändigt att här noga skilja glansen af den elektriska ljusbågen från den ljusstyrka eller intensitet denna eger. Glansen, d. v. s. ljusstyrkan hänförd till ljus måttets enhet, är så mycket större, ju närmare elektroderna äro intill hvarandra. Detta framgår otvifvelaktigt af Casselmanns försök.

Fontaine har äfven anstalt försök öfver den inverkan afståndet mellan kolspetsarne utöfvade på ljuseffekten af en elektrisk lampa (Serrins system), hvilken sattes i verksamhet af en Grammes maskin. Vi meddela följande tabell öfver försökens resultat:

Afståndet mellan kol-spetsarne.	Ljusstyrkan i bec Carcel	Arbetet i kilogrammeter pål"	Antal bec Carcel per hästkraft i inedeltal.
5 mm.	351	175	301
4 »	321	186	259
3 »	295	192 l	231
2 »	256	214 j	214
l »	225	233 j	145
O «	140	330 j	63

Maskinens antal hvarf i minuten var vid alla försöken 750, hvarjämte ledningstrådarnes längd bibehölls konstant. Ljusstyrkan uppmättes efter den horisontala riktningen, och Fontaine uppskattar ljusstyrkan i medeltal för alla riktningar till dubbla det i horisontal riktning funna värdet; således i detta fall till högst 702 bec Carcel.

Såsom en allmän regel, beträffande det lämpligaste afståndet mellan kolspetsarne vid en elektrisk lampa, uppgifverLJUSFÖKDELNINGEN I OLIKA BIKTNINGAB, FRÅN EN LJUSBÅGE. 389

Fontaine, att man bör bestämma det afstånd, vid hvilket ljusbågen börjar utsläckas, och inställa spetsarne på hälften af denna längd från hvarandra.

Elihu Thomson har ådagalagt, att det gifves en viss gräns, den kritiska ljusbåglängden, hvilken afståndet mellan kolspet-sarne icke får understiga, ty i annat fall sjunker ljusstyrkan hastigt, och detta åtföljes af potentialens ansenliga sänkning. Låter man ljusbågen från en längd mindre än den kritiska längden utsträckas genom att kolspetsarne förbrinna, blifver bågen mycket ojämn, innan den erhållit sistnämnda längd. Men när denna blifvit uppnådd, ökas potentialskilnaden hastigt på samma gång ljuset blifver lifligare och stadigare (jämför § 211).

214. Ljusfördelningen i olika riktningar från en ljusbåge. - Vanligtvis anbringar man vid elektriska lampor de

båda kolspetsarne så, att deras medellinier sammanfalla. Ljusstyrkan måste då tydligen blifva lika för alla riktningar, som bilda samma vinkel med den gemensamma medellinien. Men om man förskjuter kolspetsarne i afseende å hvarandra, fördelas ljuset olika åt olika håll. Om man ställer kolen, hvilkas tvärskärning vi antaga vara qvadratisk, på sätt fig. 221 antyder, så att det undre kolets medellinie sammanfaller med kanten till det öfre kolet, blifver ljusstyrkan störst i den med a markerade riktningen. I England gjorda försök hafva visat, att om ljusstyrkan, som erhålles, då båda medel-linierna sammanfalla, betecknas med 100, så är den vid den af fig. 221 angifna anordningen

framtill (åt o).......287

bakåt............ 38

åt sidorna..........116.

Detta förhållande kan vara af ganska stor vigt att iakttaga vid de tillfällen, när ljusets fördelning icke behöfver ske lik-

FIG. 221.

formigt. Det bör äfven nämnas, att man funnit, att vid nyssnämnda anordning belysningen blifver lugnare och jämnare än eljest. »

Beträffande ljusintensiteten i olika riktningar mot horisontalplanet, anföra vi till en början några undersökningar, som anstäldes i Paris i samband med elektricitetsutställningen därstädes och hvilka vi redan omtalat i fråga om dynamo-maskinerna (§ 163). Ljusintensiteten bestämdes medelst Foucaults fotometer i horisontal riktning samt i 15°, 30°, 45° och 60° lutning mot horisonten. Mätningarna gjordes i serier af 10 eller 20 med J eller J minuts mellantid. När lampans ljusintensitet var lika stor åt alla sidor kring de vertikala koi-spetsarne, hvilket i allmänhet var händelsen, erhölls medelintensiteten i alla riktningar genom att multiplicera de särskilda horisontala zonernas area med motsvarande intensitet, taga summan af dessa produkter och dividera den med sferens hela yta. Beträffande de båglampor, som under-höllos med vexelström-maskiner, antogs, att medelintensiteten i alla riktningar blef 90 procent af den i horisontal riktning bestämda ljusstyrkan. Eig. 222 lemnar begrepp om ljusfördelningen vid en sådan lampa. För lampor med konstanta strömmar ställer sig saken helt annorlunda, År, såsom numera nästan alltid är händelsen, den positiva kolspetsen öfverst, blifver ljusintensiteten i riktning nedåt betydligt större än uppåt. Fig. 223 visar exempelvis, huru förhållandet är med Brushs lampa i detta hänseende. Medelintensiteten S, horisontala intensiteten H och maximi-intensiteten M skulle för båglampor med konstant ström stå i det samband följande formel angifver:

S-4J5T+JJf.

Denna formel kan lemna ett åtmin-Isstone approximativt värde på 8. Den öfre halfsferens medelintensitet kan närmast uttryckas genom J H och nedre halfsferens genom J H -f J M. Huru ljusintensiteten förändras med strålarnes lutning mot horisontalplanet, framgår ännu tydligare af de försök v. Hefner-Alteneck anstalt. Fig. 224 uttrycker denna fördelning. Mätningarna gjordes med tillhjälp af speglar, för hvilka ljustorlusten bestämdes genom föregående försök. Speglarne anbragtes så, att strålarne återkastades i horisontal riktning, hvarefter foto-metern på vanligt sätt kunde användas. Kurvan a visar inten-

FlG. 222.

FIG. 223.

siteten, då icke någon glaskupa begagnades, samt kurvorna b och c med kupor af opalglas eller mattslipadt g;las. Anmärk-ningsvärdt är, att ljusintensiteten i horisontal riktning blitver större, då någondera af glaskuporna användes, hvilket tydligen beror på, att en del af ljuset återkastas från kuporna i alla riktningar och därigenom förstärker den verkan, som det direkt genom glaset gångna ljuset utöfvar. Vid dessa försök hade den öfre kolstängen 11 och den undre 9 mm. diameter, strömstyrkan var 9,4 ampere och potentialskilnaden 45 volt. De

FIG. 224.

vid horisontallinien OS genom ljusbågens midtpunkt O afsätta tal 200 till 2,000 beteckna antalet normalljus. Maximi-inten-siteten, när icke glaskupan användes, motsvarar i detta fall vid pass 37° vinkel och är sex gånger så stor som Ijusintensiteten i horisontal riktning. Antaga vi detta förhållande, så erhålles af den nyss meddelade formeln S = 2 ff, hvilket resultat öfverensstämmer med en förut af Fontaine angifven regel (§ 213). Emedan man såsom v. Hefner-Alteneck visar får med samma arbete vid maskinen nära samma ljusstyrka i horisontal riktning, vare sig att man begagnar vexelströmmar eller konstanta strömmar, men kurvans form är helt olika, på sätt figg. 222 och 223 tydligen visa, måste vexelström-maskinerna vid båg-392 ELEKTEISK BELYSNING.

lampor lemna i det hela mindre effekt än maskiner med konstanta strömmar.

Vi vilja äfven omnämna några af de försök, som af en komité vid elektricitetsutställningen i Munchen blifvit gjorda i afseende å båglampor. För Pilsenlampan innehållas resultaten i följande tabell:

Horisontal Max.-värde ^tn*1 riktning. (45O). riffiäfig.r.

Ljusintensitet:

absolut i antal stearinljus........ 250 1,464 470

per elektrisk hästkraft.......... 417 - 878

per mekanisk hästkraft.......... 313 1,513 579

Enligt dessa försök skulle ljusstyrkan i medeltal for alla riktningar erhållas af den i horisontal riktning bestämda genom multiplikation med 1,88. Men detta gäller blott för den undersökta lampan, och förhållandet var ganska olika för andra lampor. Antalet watt eller volt-ampere i ljusbågen var omkring 390.

Vi anföra vidare några af Schreikage gjorda undersökningar öfver det inflytande strömmens täthet, d. v. s, strömstyrkan per qvmm., utöfvar på ljusstyrkan. Försöken anstäldes med båglampor, vid hvilka den öfre positiva kolspetsen hade omkring dubbelt så* stor tvärskärmng som den undre negativa spetsen. Det visade sig härvid, att ju större täthet strömmen eger, dess större ljuseffekt erhålles per hästkraft. Produkten af ljusintensiteten och kolets diameter blef nära nog konstant. Det är således ekonomiskt fördelaktigt att använda så smala kol som praktiskt är möjligt. Men härvid får uppmärksammas, att ljusbågens stabilitet påkallar vissa gränser för strömstyrkan. Vi återkomma härtill.

215. Ljusutrecklingen vid glödning af fasta ämnen. - Den belysning, man erhåller af en elektrisk ljusbåge, beror till en stor del på glödningen af kolspetsarne. Att så\ är förhållandet synes redan däraf, att om spetsarne äro tätt intill hvarandra, så att någon egentlig ljusbåge icke bildas, likväl en betydande ljuseffekt erhålles, hvilket framgår af Cassel-manns i § 213 omnämnda försök. Man har också grundat konstruktionen af flera elektriska lampor uteslutande på det genom fasta ämnens glödning alstrade ljuset. Vi skola därför äfven taga detta i betraktande.

Om man upphettar en fast eller flytande kropp till 525°, börjar den att glöda, men bibehåller en rödaktig färg-, intill dess temperaturen stigit till vid pass 1,300°, då hvitglödning inträder, hvilken blifver bländande vid omkring 1,500°. AllaLJUSUTVECKLINGEN YID GLÖDNING AF FASTA ÄMNEN. 393

fasta och flytande ämnen börja att glöda vid samma tempera tnr och ega sedan vid ytterligare temperaturhöjning samma färg vid samma temperatur. Dräper, som först iakttog detta, anmärkte äfven, att intensiteten af det från en glödande kropp utsända ljuset växer med hans temperatur, men i ett mycket hastigare förhållande än denna. Violle har bestämt ljusstyrkan hos glödande platina vid temperaturer mellan 800° och 1,775°, hvilken sistnämnda är metallens smältpunkt Följande tabell angifver resultaten af dessa försök, hvarvid till enhet för ljusstyrkan är antagen ljusintensiteten vid 954°, Silfrets smältpunkt:

800°..... 0,108 1,300°..... 45,2

900 ..... 0,475 1,400 100

1,000 ..... 1,82 1,500 194

1,100..... 6,10 1,600 327

1,200 .....17,8 1,775 ..... 587.

Det synes häraf, att för att erhålla stor ljusstyrka genom glödning, bör man höja den glödande kroppens temperatur i hög grad, men detta medför den olägenhet, att kroppen snart förändras. Man kan därför icke vid glödlamporna drifva temperaturen synnerligt högt, och man kan icke heller vid dem tillgodogöra den elektriska strömmen lika väl som vid de lampor, där ljusbåge erhålles, ehuru de i andra hänseenden äro af högt värde och erbjuda stora fördelar. Då man genom glödning vill erhålla ljus, gör man bruk af en fin stång eller tråd, hvarigenom strömmen ledes. Af ju sämre ledare tråden är gjord och ju finare han är, dess högre temperatur erhåller han vid strömmens genomgång. Edison har därför vid sin lampa gjort bruk af fina trådar af kol.

Zöllner fann, att om två trådar af olika tjocklek skola utsända lika ljusmängd, bör förhållandet mellan intensiteterna af de strömmar, som gå genom trådarne, vara något större än förhållandet mellan diametrarne, på sätt följande tabell visar:

*>1 ^ £l {1

mm. mm. D J

0,1785 .... 0,0782 .... 2,282 2,612

0,1785 .... 0,1035 .... 1,725 1,945

0,1661 .... 0,1035 .... 1,605 1,653

0,1661 .... 0,1466 .... 1,139 .... 1,17&

DI och D2 beteckna här de båda trådarnes diametrar samt 11 och J2 strömintensiteterna, erforderliga för att hos båda frambringa lika ljusutveckling.

Beskaffenheten af den gas, som omgifver den glödande tråden, är af icke ringa inflytande på denna. Ju bättre ledare denna gas är, dess hastigare afkyles tråden och dess lägre blifver dess temperatur. Sålunda fann Grove, att om en tråd bragtes till glödning i luften, och en klocka med väte fördes öfver honom, glödningen genast upphörde. Vätet är nämligen en jämförelsevis god ledare för värmet.

Edison uppgifver, att han vid sina försök att genom glödning af platina åstadkomma belysning gjort den iakttagelse, att genom strömmens inverkan metallen erhåller förändrade egenskaper, i det den blifver hård som stål, mera elastisk, får en högre värmekapacitet, hvarjämte dess smältpunkt blifver högre, så att tråden kan upphettas till en högre temperatur än förut och således blifva mera lysande.

Beträffande storleken af det specifika ledningsmotståndet hos en tråd, hvilket inverkar väsentligt på ljusstyrkan, växer detsamma hos metallerna, när temperaturen stiger. C. W. Siemens har till och med gjort bruk däraf för att medelst en platinatråds förökade motstånd bestämma höga temperaturer. För kol är förhållandet icke lika, utan förorsakar här temperaturhöjningen i stället en förminskning af ledningsmotståndet.

Vi anföra slutligen några nya undersökningar, som den franske fysikern Lucas meddelat vetenskapsakademien i Paris. Kolen voro sådana, som för elektriska fyrars båglampor användas, och de utsattes för en ström uppgående ända till 200 ampere. De fingo glöda i nära lufttomt rum. Följande tabell visar resultaten af försöken.

Strömstyrka Temperatur Ljusintensitet

i ampere. efter Celsius. i bec Carcel.

40........1,000°........ 3

75........1,875° 16

110....... . 2,750°........ 79

140........ 3,520°........212

165........ 4,125°........390

180........ 4,500°........413

190........ 4,750°....... . 420

200........ 5,000°........413.

Till en början växer ljusintensiteten i nära samma för-hållande som fjärde potensen af strömstyrhan, men därefter långsammare och uppnår slutligen ett maximum vid 188,5 ampere och 4,713° temperatur. Drifves upphettningen ännu längre, aftager Ijusintensiteten. Det gifves sålunda vid kolens glödning i lufttomt rum en gräns, hvaröfver icke strömstyrkan får gå, så framt man icke vill nedsätta effekten.

Lucas har jämväl bestämt det motstånd, som utöfvas af dylika kolstänger. Vid vanlig temperatur, d. v. s. omkring 15°, utöfva Carrés kol med en meter längd och en qvmm. tvärskärning ett motstånd af 70 ohm. Dock afvika de särskilda stängernas motstånd 25 å 30 proc. från detta medeltal. Beträffande temperaturens inflytande visade det sig, att om r är motståndet vid temperaturen t och r^ vid 15°, så har man mellan 400° och 900°

__ l + 0,0005 (t- 15)

r ~ Ti l+ 0,005 (£ - 15)"

Motståndet minskas således vid högre temperatur, såsom ofvan blifvit anfördt.

216. Den elektriska strömmens gång genom gaser och tomrummet. - Elektricitetens fortplantning genom gaser skiljer sig väsentligt från det sätt, på hvilket den framgår genom fasta och flytande ledare. Då denna omständighet, som först nyligen blifvit närmare utredd, står i ett visst samband med den elektriska ljusbågens uppkomst, skola vi här anföra de förnämsta resultat, hvartill man i detta hänseende kommit.

När den elektriska strömmen genomgår en fast kropp, erfordras icke någon viss storlek af den elektromotoriska kraften för att elektriciteten skall kunna framledas, ehuru strömmen blifver så mycket svagare, ju mindre denna kraft är. Däremot erfordras det en viss elektromotorisk kraft för att drifva elektriciteten fram genom en gas, och understiger nämnda krafc en viss gräns, kan strömmen icke framgå, utan är gasen i så fall fullständigt isolerande. Enligt J. J. Thomson erfordras 30,000 volt per centimeter för att vid vanligt tryck och 16° temp. föra elektriciteten genom en gas. Vid aftagande tryck minskas den erforderliga elektromotoriska kraften nära i samma förhållande ända till ett visst minimum.

Den värmeutveckling, som eger rum, då en elektrisk ström framgår genom en gasmassa, är icke såsom vid fasta och flytande kroppar proportionel mot qvadraten på strömstyrkan, utan, såsom G. Wiedemann först visat, mot strömstyrkan själf eller med andra ord mot den qvantitet elektricitet, som genomströmmar gasen. Tvärskärningen hos gasmassan är härvid utan inflytande, under det att hos fasta och flytande kroppar värmeutvecklingen är omvändt proportionel mot densamma. Detta står i sammanhang med den olikhet, som eger rum mellan gaser och andra kroppar i afseende å ledningsmotståndet. Hos de fasta och flytande kropparne är nämligen motståndet omvändt proportionelt mot tvärskäringsarean, hvaremot denna icke utöfvar inverkan vid elektricitetens ledning genom gaser. T. ex.

ett glasrör, innehållande en förtunnad gasmassa, hvarigenom elektriciteten från en Holtz' maskin fick strömma, visade sig utöfva ett motstånd oberoende af rörets diameter.

Äfven i fråga om potentialskilnaden mellan två punkter af en elektrisk ström, förete gaserna väsentliga olikheter med andra kroppar. För fasta och flytande ledare är nämnda potentialskilnad lika med produkten af strömstyrkan och ledningsmotståndet; hos gaser däremot är den oberoende af strömstyrkan.

Af stor vigt för kännedomen om den elektriska ljusbågens egenskaper, äro de undersökningar, man anstalt öfver det inflytande gasers temperatur utöfvar på deras förmåga att leda elektriciteten. Secquerel har visat, att gaser,

som vid vanlig temperatur äro isolerande for svaga strömmar, vid en hög temperatur genomsläppa dessa. Enligt honom börja gaserna att blifva ledande vid rödglödning, hvarefter deras motstånd allt mera förminskas, så att de vid hvitglödning låta äfven de svagaste strömmar passera. Men det motstånd de utöfva är i alla händelser ganska stort. Sålunda utöfvar luften vid rödglödning ett motstånd 30,000 gånger större än kopparvitriol-lösning med blott ^öiöö a^ ^Itet. ^är trycket växer, minskas gasens motstånd, men strömmen afskäres alltid därigenom, till och med i tomrummet, så snart temperaturen understiger den som vid rödglödning eger rum. För luften är vid denna temperatur

Lufttrycket i mm. _, 2

qvicksilfverpelare. Motstånd.

760................20,9

137................ 75i

40................ 4,8

2................ 3,8.

Senare undersökningar hafva visat, att ångor af natrium, kalium, kadmium, vismut, bly, jod och brom äro bättre ledande än luften i glödande tillstånd.

Hittorf, hvilken bekräftat Becquerels iakttagelse, beträffande temperaturens inverkan på gasers motstånd*), härledde ur sina försök en metod att möjliggöra för den elektriska strömmen öfvergången mellan elektroderna genom en luftmassa (se § 209). Han fann nämligen, att vid negativa elektroden uppträdde ett mycket stort motstånd, hvilket föga förändrades genom att längden af luftpelaren fick variera, men däremot betydligt förminskades, om vid nämnda elektrod kaliumånga utvecklades. Vid användandet af en stapel med 400 zinkkol-element fick han då ljusbågen att bildas vid ett afstånd af mer än 10 mm. mellan de båda som elektroder tjänande platina-

*) Annalen der Physik und Chemie, 1874, Jubelband, p. 430,

trådarne. Hittorf har äfven funnit, att motståndet väsentligt beror af det ämne, hvaraf den negativa elektroden består, så att det blifver mindre, om man använder aluminium än t. ex. silfver och platina. Han fördes för öfrigt genom sina iakttagelser till den slutsats, att det vid den negativa elektroden gifves en särskild orsak, som hindrar strömmens öfvergång, en elektromotorisk kraft, analog med den, som i den elektriska ljusbågen uppträder och hvarom vi i § 217 skola tala.

Enligt J. J. Thomson är den elektriska urladdningen genom en gas åtföljd af molekylernas sönderdelning i lika starkt, men motsatt laddade atomer. Genom temperaturhöjningen underlättas denna sönderdelning, hvilket förklarar temperaturens nyssnämnda inflytande.

Såsom S. Arrhenius har visat, kan luften under belysning med ultraviolett ljus elektrolytiskt leda elektriciteten under ett tryck mellan l och 20 mm. qvicksilfverpelare.

En anmärkningsvärd omständighet, beträffande elektricitetens gång genom förtunnade gaser, är den ringa temperaturhöjning, som därigenom förorsakas hos självfva gasmassan. Hittorf fann, att när en mycket stark ström fördes genom ett rör, innehållande förtunnad luft, som därvid lemnade intensiv ljusutveckling, var temperaturen i röret så låg, att en fin pappersremsa i röret icke visade spår till förkolning. Äfven Wiede-mann fann, att en förtunnad gas kan blifva lysande vid strömmens genomgång vid en temperatur hos gasen, mycket understigande 100°. Den negativa elektroden blifver däremot starkt upphettad, till och med hvitglödande, under det att den positiva elektrodens temperatur icke på långt när stiger i lika hög grad. Detta härrör äfven af den vid den förstnämnda elektroden uppträdande elektromotoriska kraften, hvilken, verkande i motsatt riktning mot den strömmen framgår, utöfvar ett kraftigt hinder emot denna.

På grund såväl af föregående forskares försök som af egna undersökningar, har Edlund*) framstält den åsigt, att tomrummet är ledare för elektriciteten, och att det hinder en förtunnad gas utöfvar mot strömmens genomgång är att söka i nyssnämnda elektromotoriska kraft, hvilken växer vid stigande fÖrtunning under det att däremot det egentliga motståndet hos gasmassan förminskas i den mån hennes tryck försvagas. Motståndet af en gaspelare med längden l skulle sålunda kunna uttryckas genom r -f rj,, där r är beroende af den elektromotoriska kraften och r± är det egentliga ledningsmotståndet på längden 1. Den potentialskilnad, som måste förefinnas mellan båda elektroderna, för att elektriciteten skall kunna öfvergå,

*) Kongl. Vetenskaps-Akademiens Handlingar för 1881 och 1882.

förminskas intill en viss gräns i samma mån gasen förtunnas, men stiger åter, när förtunningen öfverskrider denna gräns. Detta beror då på att r växer, men r± aftager, när gasen allt mer förtunnas, och det totala motståndet kan därför hafva ett minimum, motsvarande en viss grad af gasens förtunning. Denna uppfattning är dock ingalunda allmänt godkänd, och frågan är ännu icke fullständigt utredd.

Det synes af det nu anförda, att elektricitetens rörelse mellan de kolspetsar eller andra elektroder, mellan hvilka en ljusbåge alstras, i högst väsentlig grad beror af ledningen genom självfva den glödande gasmassan. Strömmens gång genom ljusbågen måste sålunda bero icke blott därpå, att glödande, från elektroderna lösryckta partiklar bilda liksom en brygga mellan dessa, utan förnämligast därpå, att den emellan varande gasmassan, hvilken utgöres icke blott af luft, men äfven af andra gaser, härrörande af elektroderna, erbjuder en väg för elektricitetens öfvergång. Huru stort motstånd, som den ena eller den andra af dessa ledare utöfva, är svårt att utröna. Man kan endast i dess helhet bestämma detsamma, och vi skola nu redogöra för de i detta ändamål gjorda undersökningar.

217. Motståndet och den elektromotoriska kraften i ljusbågen. - Af det sätt, på hvilket ljusbågen uppkommer, kan man genast finna, att den måste utöfva ett icke obetydligt motstånd vid elektricitetens öfvergång mellan elektroderna. De första noggranna försök häröfver äro gjorda af JEdlund*), och de härvid funna resultaten äro bekräftade af andra forskare. Vid försöken användes en Foucaults lampa, hvars kolspetsar för hand anbragtes på olika afstånd. Strömmen från en Bunsens stapel med ända till 79 element fördes genom spetsarne, och den alstrade ljusbågens längd bestämdes genom att uppmäta dess på en skala projicierade 28 gånger förstorade bild. I strömkretsen var en reostat införd, bestående af en med kopparvitriollösning fyld parallelipipedisk kista af 148 mm. bredd och höjd, i hvilken två kopparbleck med samma bredd kunde föras på olika afstånd sinsemellan. Till en början bragtes pol-spetsarne i beröring och motståndet bestämdes, hvarefter en ljusbåge med en längd, vexlande mellan 0,4 och 2,4 mm. fram-bragtes och undersöktes. På så sätt anstäldes flera försöksserier, förnämligast med kol, men äfven med kopparelektroder och vid olika strömstyrka, som dock bibehölls konstant under hvarje särskild försöksserie. Edlund kom genom dessa undersökningar till en vigtig slutsats, nämligen att det hinder ljus-

*) Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, 1867 och 1868.

bågen utöfvar mot elektricitetens öfvergång icke är fullt jämförligt med motståndet i en vanlig ledare, utan består af två delar, af hvilka den ena är ett motstånd i den vanliga bemärkelsen, och den andra beror på en i ljusbågen uppträdande elektromotorisk kraft, motsatt den ursprungliga och således förminskande strömmens arbete och den utvecklade värmemängden. Motståndet i ljusbågen m visade sig nämligen kunna uttryckas genom den enkla formeln

.U,

då l är bågens längd samt a och & två koefficienter. Detta visar, att en af ljusbågens längd oberoende orsak till strömmens försvagande förefinnes. Att detta är en elektromotorisk kraft framgår äfven däraf, att ännu en liten tid efter den ursprungliga strömmens upphörande den gifver sig tillkänna. Sålunda har Edlund kunnat uppmäta denna krafts storlek ^ö sekund efter af brytningen af nämnda ström, och Leroux har visat, att den elektromotoriska kraften i bågen ännu kan bestå i sekund efter af brottet. Betecknas potentialskilnaden mellan

kolspetsarne med P, elektromotoriska kraften med E och ström-styrkan med i, har man på grund af att

$mi = ai + Ui$, att

$P \sim E+Ui$, eller

$E=P - W$.

Beträffande storleken af E fann Edlund, att den beror af elektrodernas natur, så att den visade sig mindre, när ljusbågen alstrades mellan koppar än mellan hårdt och fast kol och mindre f Or lösa än för hårda kolsorter. När en stapel af endast 26 Bunsens element användes, betans bågens elektromotoriska kraft motsvara 9,7 sådana element, men för en stark stapel med ända till 79 element var den elektromotoriska kraften 15 af dem. Detta sistnämnda skulle motsvara en elektromotorisk kraft af omkring 28 volt. Latschinoff fann med 4-0 Bunsens element i fråga varande kraft motsvara vid pass 12 element eller 23 volt. När något metalliskt kalium eller natrium infördes i bågen, förminskades den elektromotoriska kraften med nära hälften af sitt värde. Detta står i samband med den af Hittorf gjorda i § 216 omnämnda iakttagelse, rörande det inflytande kaliumånga utöfvar på ljusbågen. Det egentliga motståndet i ljusbågen är såsom formeln angifver proportionelt mot bågens längd. För att lemna begrepp om dess storlek meddela vi några uppgifter angående de försök, som af Bur-styn blifvit framstälda med ljusbågen, alstrad af en regulator-

lampa, som sattes i verksamhet genoin en Grammes maskin. Denna gafs en hastighet af 750 och 780 hvarf i minuten, och medeltalet togs af de härvid gjorda bestämningarna. Man erhöll sålunda ljusbågens motstånd till nära 0,55 ohm; den elektromotoriska kraften hos densamma var då 29,9 volt. Styrkan hos den af maskinen alstrade strömmen var vid dessa försök i medeltal 47 ampere och dess elektromotoriska kraft omkring 116 volt.

Den elektromotoriska kraften i ljusbågen har de senare åren varit föremål för många undersökningar. En och annan forskare erkänner visserligen icke tillvaron däraf utan anser, att ett öfvergångsmotstånd är orsaken till hithörande företeelser, men i allmänhet anses det bevisadt, att en sådan elektromotorisk motkraft verkligen finnes. Särskildt synes detta framgå af de försök v. Lang anstalt. Dess storlek bestämdes af honom till 39 volt. I Norra Amerika hafva Cross och Shepard gjort ganska vidsträckta försök häröfver. De använde en särskild lampa, där afståndet mellan kolspetsarne kunde förändras och bestämmas med en mikrometerskruf. Strömmen lemnades af Brushs dynamo. Före hvarje försök filades kolstängernas ändar plana och bragtes i beröring, hvarefter de aflägsnades från hvarandra. Kolens utvidgning var ingalunda omärklig, och hänsyn togs därtill. Båglängden varierade vid de tolfhundrade försöken mellan 0,2 och 13 mm. samt strömstyrkan mellan 3 och 10 ampere. Från två kopparband, som omgåfvo stängerna så nära ändarne som möjligt, gingo ledningstrådar till en voltmeter. Motståndet i bågen angafs genom förhållandet P: i. Det visade sig, att den elektromotoriska kraften var väsentligt större, när ljusbågen var tyst, än när den frambringade ett hvisslande ljud, nämligen vid pass 39 volt i förra fallet och 15 volt i det senare, men den är något större vid svagare och något mindre vid starkare ström. Sålunda var den vid en tyst ljusbåge 40,16 volt vid 5 ampere oeh 37,45 volt vid 10 ampere strömstyrka. Det skenbara motståndet i ljusbågen uttrycktes vid 5 ampere med 7,97 -J-0,41 l och vid 10 ampere med 3,73 + 0,15 Z ohm, då l är båglängden i millimeter. När den negativa kolspetsen anbragtes öfverst, blef den elektromotoriska kraften i medeltal 39,4 volt och 14 volt. Genom införande af ett metallsalt i ljusbågen förminskas i fråga varande kraft. Äfven kolspetsarnes temperatur visade sig ega stort inflytande. Om den positiva spetsen omgafs med eldfast lera och den negativa med en kopparring, erhölls i medeltal 47 och 21 volt. Omkastades anordningen, så att den positiva kolspetöen i stället af kyldes, fick man 11,7 och 5,6 volt.

Den potentialskilnad, som eger rum mellan de båda kolspetsarne eller de metallstycken, som uppbära dem, måste vara

större än den i ljusbågen! uppträdande elektromotoriska kraften, enär den beror dels af denna oeh dels af.det egentliga lednings-motståndet i bågen. Dess storlek kan vara ganska olika, i Sår lunda fann W. Thomson vid en mycket svag båge, bildad, af 79 af de utaf honom konstruerade element (fig. 57, p. 115), då motståndet af stapeln var 7,9 ohm och af bågen 5 ohm, att potentialskilnaden var 27,3 volt. Niaudet fann vid ljusbågen, då

strömstyrkan vexlade mellan 34 och 43 ampere, att potentialskilnaden förändrades från 49 till 41,4 volt. Joubert bestämde vid de af honom utförda förut flera gånger omnämnda försöken med v. Hefner-Altenecks maskin för vexelströmmar äfven potentialskilnaden mellan kolen och fann den vara 40 å 45 volt, ett värde som den nästan ögonblickligt erhåller, när strömmen kommer i gång, och sedan nära nog utan variation bibehåller till strömmens upphörande. Han fann äfven, att potentialskilnaden förblifver densamma icke endast under hela perioden hos en ström med gifven medelintensitet, utan till och med nära nog, då denna medelintensitet varierade till det dubbla värdet. Fullt konstant är visserligen icke potentialskilnaden i sistnämnda fall, utan den förminskas något, när strömmen ökas, och kan denna variation uppgå till högst 4 eller 5 volt.

Närmare undersökningar öfver fördelningen af potentialen i ljusbågen äro anstälda af Lecher. Han anbragte uti iljus-i bågen, alstrad mellan två kolelektroder, en liten kolstång af 1,9 mm. diameter och förenade dess ena ände med en elektror meters ena polskruf, under det att den andra polskrufvea äfvensom en af elektroderna förelades med jorden.; Bar kolstjngen-var i förbindelse med den negativa elektroden erhölls en potentialskilnad af 46 volt, motsvarande potentialskilnaden mellan båda kolelektroderna. Förflyttades kolstången längs bågen, varierade, potentialskilnaden mellan 46 och 36 volt, Denna ^tydande potentialskilnad uti en ljusbåges inre visar sig dock icke, om man använder elektroder af platina, järn, silfver eller koppar, Potentialen i bågens inre är då nära medeltalet till båda elektrodernas potentialer. , M , .

. ; ';;.;.":..'. ; ' ' : / ii

318. Oni vilkoren f<Jr erhållande $f en lugn ljusbåge. - Under den första tiden, som man använde båglampor, visade sig stora svårigheter för att erhålla en lugn och j,änm ljusbåge. Men småningom har; man lyckats finna orsakerna till bågens ostadighet och att undvika dessa, så 9,tt numera det är möjligt anordna en fullt tillfredsställande belysning med, elektriska båglampor. Sådana orsaker äro dels kolspetsarnes ojämnhet ^ eller föroreningar, eller att de icke äro omsorgsfullt tillverkade utan innesluta gaser, dels en olämplig längd hos ljusbågen ; (se § 211), dels att strömstyrkan och koldiametern

icke äro väl afpassade sinsemellan, dels att potentialskilnaden är för ringa o. s. v. Att kolens jämnhet väsentligt bör bidraga till ljusbågens jämnhet är uppenbart, och att betydande framsteg härutinnan blifvit gjorda de senare åren är otvifvelaktigt. Beträffande strömstyrkan har erfarenheten visat, att ett visst samband bör forefmnas mellan henne och diametern hos kol-spetsarne. Följande tabell lemnar medelvärden häröfver.

Strömstyrka i ampere.	Diametern i mm.
2å3	2
3 å 5	4
5 å 6	5
7 å 10	7
10 å 11	9
11 å 15	10
13 å 20	12
16 å 25	14
25 å 30	15
30 å 45	17
40 å 80	20
80 å 180	30.

Den potentialskilnad, som är nödvändig för att underhålla en ljusbåge, uppgår till 40 å 50 volt, vare sig att strömmen är stark eller svag.

Men regleringen af en båglampa är dock i hög grad beroende af potentialskilnaden och är så mycket lättare jn större denna är. Under det man med 50 volt icke kan erhålla lugnt ljus, kan detta ske mycket väl med 60 till 70 volt, och ljusbågen blifver fullkomligt stadig vid 100 volt. Men man får då införa ett motstånd af c:a 5 ohm, i fall strömstyrkan är 10 ampere. Detta motstånd underlättar väsentligt lampans reglering och spelar ungefär samma roll som svänghjulet i en kraftmaskin. Har elektricitetskällan själf ett så stort motstånd, t. ex. om man använder Bunsens staplar för belysning, är detta tillfyllestgörande, men om man gör bruk af accumulatorer eller har båglampan i en derivation med konstant potentialskilnad, får en reostat införas i ledningen. Uti blandade belysningssystem, där man använder såväl båglampor som glödlampor, gör man vanligen bruk af 70 volt potentialskilnad, af hvilka dock endast 50 volt på sin höjd tillgodogöras, så att en betydlig effektförlust uppstår för att erhålla ljusbågen fullt konstant. Man skulle dock kunna förminska denna förlust, om man i stället för den vanliga anordningen för reglering af lampan med elektromagnet, hvars verkan är proportionel mot strömstyrkan, gjorde bruk af två trådspiraler, d. v. s. af elektro-

dynamometer-prineipen, hvarigenom verkan blefve proportionel med strömstyrkans qvadrat, så att regleringsapparaten erhöll större känslighet.

219. Beskaffenheten hos de för det elektriska ljuset använda kolen» - Det framgår af det föregående, att beskaffenheten hos de elektroder, mellan hvilka bågen alstras, är af ganska stort inflytande på ljusstyrkan och ljusets egenskaper i öfrigt. Davy gjorde vid sina försök bruk af träkol, som först glödgades och därefter släcktes i vatten och qvicksilfver. Träkolet är dock föga lämpligt för detta ändamål, enär det blott i temligen ringa grad leder strömmen samt därför upphettas och alltför snart förbrinner i fria luften. Det var således ett ganska väsentligt framsteg, när Foucault i stället införde bruket af s. k. retortkol, hvilket vid gasberedningen afsätter sig å retorternas inre ytor. Detta hårda och fasta kol är bättre ledare än träkol, upphettas därför mindre och blifver äfven varaktigare än detta. Men det är ojämnt, fortares därför oregelbundet, och ljusstyrkan vexlar oupphörligt. Detta beror på inblandningar af främmande ämnen, i synnerhet kisel. Man har försökt att förbättra kolspetsarne af retortkol genom att anbringa dem i ett alkalibad, som starkt upphettades, hvarefter de tvättades i kokande vatten och slutligen infördes i porslinsrör, upphettade till hvitglödning, hvarigenom klorgas fick strömma. Genom denna dubbla process bortskaffades föroreningarna ur kolet.

Ett helt annat slag af retortkol är tillverkadt af Jacque-lain, hvilken lät tjärångor genomgå ett starkt Upphettadt rör af 15 cm. diameter, då man erhöll hårda kolskifvor, som sågades i passande stycken. Dessa kol gifva mycket godt resultat, såväl i afseende å ljuseffekten som jämnheten, men de äro ganska svåra att sönderdela och gifva mycket affall.

Vanligast använder man kolspetsar, bildade af hoppressadt kolpulver. Af de många olika sätt för tillverkningen, som uppgifvas, anföra vi det följande*), hvilket härrör af Carré i Paris.

Man bereder en deg af 50 delar ren, pulveriserad koks, 20 delar kalcinerad kimrök och 30 delar af en blandning utaf socker och gummi. Degen komprimeras med tillhjälp af en hydraulisk press, får genomgå en dragskifva, som gifver massan cylindrisk form och den bestämda diametern, och afskäres i stycken af passande längd. Stängerna läggas horisontalt i en gjutjärnsdegel på en bädd af kokspulver, i flera rader öfver hvarandra, hvilka skiljas åt med pappersblad. Degeln betäckes

*) Dictionnaire (TElectricité et de Magnetisme, p. 132.

med ett ^lock och upphettas i en ugn till körsbärsglödning under åtminstone fyra timmar. Man anbringar därefter stängerna i en kokande sockerlösning, som får afsvalna, och de underkastas flera sådana omvexlande glödnings- och impreg-neringsprocesser. Vid hvarje ny glödgning läggas stängerna i en lägre afdelning af samma ugn, så att de utsättas för allt högre temperatur. Slutligen torkas kolspetsarne, till en början långsamt, sedermera i en ugn, hvars temperatur småningom höjes till 80°.

I Norra Amerika använder man petroleumkoks för kol-spetsarnes tillverkning. Enligt E. Thomson har en betydande förbättring i det elektriska bågljuset därigenom vunnits.

Siemens & Halslse hafva infört kolspetsar, "Dochtkohle", försedda med ett slags veke, af en kolmassa, som är mera ledande än kolstången i öfrigt, hvarigenom ljusbågen blifver jämnare. Dessa kol begagnas likväl blott såsom positiva eller öfre elektroder. Nyssnämnda firma använder följande dimensioner för dylika kolspetsar.

Strömstyrka i ampere. Öfre kolspetsens diameter i mm. (kol med veke). Undre kolspetsens diameter i mm. (vanliga kol).

3 ....11........... 6

4,5 .... 13........... 7

6 ....16........... 9.

9.......... . 18........... . 11

12 ....20............12

15 .... 20............12

20...........22............13

35 .Y. ....25............18.

För vexelström begagnas äfven kol med vekar med lika diameter för båda elektroderna, nämligen 9 mm. vid 7 ampere och 10 mm. vid 12 ampere strömstyrka.

Carrés kol utöfva enligt Joubert följande motstånd vid en temperatur af 20°:

Kolstängernas Motstånd i ohm

diameter i mm. . per meter.

1 ..' .... '.' 50,000

2 . ...,........:. 12,500

3 5,550

4.......;............... 33i25

5.................. . . . . 25öoo

6.'. . . . . 1,390.

Motståndet förminskas vid stigande temperatur och är vid 1,832° blott en tredjedel af den vid vanlig temperatur. DenUPPMÄTNING AF DET ELEKTKISKA LJUSETS INTENSITET. 405

egentliga vigten hos nyssnämnda kol är vid pass 1,615. Retort-kolens eg. vigt är omkring 1,9.

Carrés kol äro de mest använda, och tillverkningen af dem sker äfven i mycket stor skala.

En ganska vigtig uppfinning, angående de för elektrisk belysning använda kolen, är gjord af lieynier. Denne öfver-drog nämligen kolstängerna på galvanoplastisk väg med ett tunt lager af metall, vanligen koppar eller nickel. De så metalli-serade kolen gifva samma ljusstyrka som kol utan öfverdrag, men de äro varaktigare. Öfverdraget med nickel visar sig i detta hänseende ännu verksammare än det med koppar. Sålunda befanns det vid ett försök, att då på en timme af de icke metalliserade stängerna förtärdes vid den positiva polen 166 min. och vid den negativa 68, blef det vid de med koppar öfverdragna 146 och 40 samt vid de med nickel öfverdragna 106 och 38 mm. Ljusstyrkan var oförändrad vid samtliga iakttagelserna. Det är i ekonomiskt hänseende fördelaktigt att använda metalliserade kolstänger till elektroder, och man har flerestädes gjort bruk af sådana; men ljuset är ojämnare, hvarför man vanligen har obeklädda kol. Tchikoleff i S: t Petersburg har funnit, att ett kopparlager af -^ 5 af stångens diameter gör ledningsförmågan fyra och en half gånger större; stiger lagrets tjocklek till . ^ blifver

ledningsförmågan 111 gånger större än förut.

Det är i synnerhet då man använder vexelströmmar, som metalliserade kol äro af fördel. Med kontinuerliga strömmar går det metalliska lagret icke nog hastigt bort vid den negativa kolspetsen, hvarför man endast begagnar metallisationen vid den positiva spetsen.

22O. Uppmätning af det elektriska ljusets intensitet. - Den vidsträckta tillämpning det elektriska ljuset erhållit, har gjort bestämningen af dess intensitet till ett ganska vigtigt problem. Flera undersökningar äro äfven gjorda i detta hänseende och flera nya fotometrar konstruerade för dylika mätningar.

Undersökningen af så svaga ljuskällor som de elektriska glödlamporna företer icke några andra svårigheter än vid de vanliga ljusmätningarna, och samma apparater som vid gasprof-ning äro i bruk kunna äfven här användas*). Svårare blifver bestämningen af båglampornas ljusstyrka, emedan såväl färgen som intensiteten hos dem så väsefitligt skiljer sig från de vanligtvis för jämförelse begagnade ljuskällorna. Por att t ex. med användande af Bunsens bekanta fotometer, där ett papper med

*) Se t. ex. författarens Lärobok i fysik, p. 302.406 ELEKTRISK BELYSNING.

en oljefläck på midten belyses å ömse sidor medelst de båda ljuskällor, som skola med hvarandra jämföras,, kunna pröfva en intensiv båglampa, får denna anbringas på mycket stort afstånd från papperet, så att fläcken belyses starkt af det på andra sidan varande normalljuset. Likaså vid Eumfords fotometer, vid hvilken de båda ljuskällorna belysa samma sida af en skärm, framför hvilken en smal stång bildar två skuggor, som böra blifva lika dunkla. För att icke behöfva ställa den intensiva ljuskällan på allt för stort afstånd, göra Ayrton och Perry bruk af en s. k. dispersionsfotometer, som visas af fig. 225.

FlG. 225.

Ljuset från den elektriska lampan far här falla på en spridningslins L, som utbreder detsamma, i följd hvaraf belysningen på ytenheten blifver endast en ringa bråkdel af hvad som direkt skulle falla därpå. Strålarne från lampan få först komma i 45° vinkel mot en silfverspegel M och därifrån till Jinsen L och slutligen till skärmen S. Normalljuset C är anbragt på en arm Gr. Linsens läge afpassas, genom att förskjuta trä-skifvan, som uppbär densamma, så att de båda skuggorna af stången H, hvilka falla på skärmen, blifva lika dunkla. Med tillhjälp af den graderade skifvan D kan man vrida spegeln M efter behof. Låt e och l beteckna den elektriska lampans och linsens afstånd från skärmen* hvarvid e är summan af den förstnämndas afstånd från spegeln och dennas afstånd från skärmen, äfvensom c normalljusets afstånd från den senare. Det elektriska ljuset sprides genom linsen, så att belysningen af ytenheten på skärmen försvagas i förhållande af A: l, om AUPPMÄTNING AF DET ELEKTRISKA LJUSETS INTENSITET. 407

angifver spridningens storlek. Följaktligen är den elektriska lampans intensitet i normalljus

förutsatt att man icke fäster afseende vid den ljusförlust, som uppkommer vid spegeln och linsen. Införes det enligt optiken bestämda värdet å A, erhålles slutligen

i- (*('-?**)'.

\ ef l

där / betecknar linsens brännvidd. - Por att kunna jämföra de båda ljuskällorna med hänsyn till de olika färgerna, hvilket

FIG. 226.

ar behöfligt för bågljuset, som innehåller mycket mer af de blå strålarne, begagnas gröna och röda glas för att genom dem hvar för sig betrakta de alstrade skuggorna. Man erhåller då olika värden på ljusstyrkan, emedan förhållandet mellan de gröna och röda strålarnes styrka är större hos det elektriska bågljuset än hos normalljuset. - För att korrigera det fel, som uppstår genom ljusförlusten vid spegeln och linsen, bestämmes en gång för alla förhållandet mellan ljusintensiteten hos en ljuskälla sådan den direkt erhålles samt efter strålarnes reflexion och

brytning.

En annan fotometer, som vunnit vidsträckt tillämpning för elektriska lampors undersökning, och som användes vid Sie-408 ELEZTBISK BELYSNING.

mens & Halskes glödlampfabrik i Berlin, är den af Lummer och Broähun härrörande fotometer, hvilken schematiskt åskådliggöres af fig. 226. Den utgör en modifikation af Bunsens fotometer, där fettfläcken ar ersatt genom två trekantiga prismer A och J?, den förra med ena ytan bugtig. Båda prismerna äro rätvinkliga, och prismat A har en liten plan cirkelformig yta a, hvilken pressas mot I?. De båda ljuskällor, JJT och N, hvilka skola jämföras med hvarandra, belysa de båda sidorna af den hvita, ogenomskinliga skärmen S. Det härifrån diffust återkastade ljuset träffar två plana speglar P och Qr hvarifrån det återkastas i rät vinkel mot de närmaste prismaytorna, genom hvilka det går mot den smala beröringsytan a mellan A och B. Det genom A gående ljuset slappes oför-svagadt genom a, men lider i öfrigt total reflexion. Man ser således en cirkel a, som belyses endast från M, i ett fält, som belyses uteslutande från N.- Detta iakttages genom en lins L med diafragman D, Man flyttar S jämte P, Q, A, B, L och D, hvilka äro anbragta på ett stativ, till dess man ser cirkeln och dess omgifvande fält lika ljusstarka. Då belyses^ S lika mycket frän M och N, och man har förhållandet mellan dessa

ljuskällors intensiteter = MS : NS .

L. Webers fotometer (se fig. 227) är ett fint och temligen kostsamt instrument, afsedt för noggranna mätningar. Det utgöres af två inuti svärtade rör A och B, i hvilka finnas hvita glåsskifvor, ab och a161. Röret A är horisontalt, B kan vridas i ett mot -4:s axel vinkelrätt plan. De båda glasskifvorna belysas af hvar sin utaf ljuskällorna, som skola jämföras. Glasskifvan i det horisontala röret kan skjutas fram eller tillbaka och belyses af en liten benzinlåga 6r, som tjänar till jämförelse. Det vridbara röret B riktas mot ljuskällan Ly man har att undersöka, och som belyser den vid rörets ände varande skifvan a^b^ Denna ses omedelbart från C, hvaremot skifVan ab iakttages genom total reflexion i prismat Ä, så att båda synas vid sidan af hvarandra. Man förskjuter skifvan ab, till dess båda delarne af ljusfältet C visa lika ljusstyrka. Beteckna D och d afstånden mellan ljuskällorna och glasskifvorna (se fig. 227), har man den sökta ljusintensiteten

7)2

^

där G är en konstant, som kan bestämmas medelst en ljuskälla af bekant intensitet. Vid en nyare anordning af instrumentet användes i stället för prismat h det nyss beskrifna dubbel-prisinat af Lummer och Brodhun. Har ljuskällan, som undersökes, olika färg med benzinlågan, gör man bruk af röda ochLAMPOR MED ELEKTRISK LJUSBÅGE.

409

FIG. 227.

* L

gröna glas, hvarigenom bilderna betraktas. Men då i alla fall jämförelsen mellan olika färgade ljuskällor blifver osäker, gör Weber bruk af en hvit glasskifva med fina koncentriska cirklar för att tillförlitligare kunna bedöma belysningsvärdet på grund af den tydlighet, hvarmed de belysta föremålen iakttagas.

Vi vilja slutligen nämna, att den franske fysikern Grova använder en färgad lösning för att vid fotometriska undersökningar jämföra intensiteten hos olika ljuskällor. Han begagnar vanligen en lösning af 22,321 gram sublimerad vattenfri järn-klorid samt 27,191 gram kristalliserad nickelklorur i 100 kbcm. destillerad t vatten. I ett lager af 7 mm:s tjocklek genomsläpper denna vätska endast strålar i närheten af det gula fältet i spektrum. Por att uttrycka färgskiftningen hos den undersökta ljuskällan i jämförelse med den för bestämningen använda carcel-lampan iakttages därjämte ljusintensiteten sådan den visar sig, då ljuskällorna betraktas genom ett med kopparoxidul färgadt rödt glas. Qvoten af de med vätskelagret och glaset funna Ijus-intensiteterna lemnar ett uttryck för färgen. Ju större denna qvot är dess hvitare är den undersökta ljuskällan. För glödlampor blifver den

1,05 å 1,23 allt efter strömstyrkan, för båglampor 1,5 å 1,7 vid Serrins regulator med Carrés kol samt 230 å 320 bec Carcel.

221. Lampor med elektrisk ljuslbåge. -När vi n»

öfvergå till en redogörelse för de medel man begagnar, för att med tillhjälp af den mellan två kolspetsar alstrade ljusbågen erhålla en regelbunden belysning, skola vi till en början taga en öfverblick af de olika slags apparater, som man för detta ändamål använder.

Enär kolspetsarne mer eller mindre hastigt förtäras, skulle ljusbågen snart nog slockna, om icke i samma mån kolstängerna närmades mot hvarandra. Men då man gör bruk af konstanta strömmar, fortares den positiva kolspetsen omkring4:10 ELEKTBISX BELYSNING.

Dubbelt så fort som den negativa. Skall icke ljusbågens läge förändras, måste till följd häraf kolstängerna förflyttas olika hastigt mot hvarandra. Detta föranleder icke ringa svårigheter för att bibehålla en jämn ljusutveckling i händelse ljusbågens läge måste vara oförändradt, t. ex. vid fyrar.

Vid de första försöken att göra bruk af elektrisk belysning framsköt man kolstängerna för hand. Huru vansklig och ofullkomlig regleringen på så sätt måste blifva är alldeles uppenbart. Man bemödade sig därför att ersätta handens verksamhet genom själfverkande mekaniska apparater, regulatorer. De första någorlunda lyckade mekanismer af detta slag uppfunnos i England och Frankrike mellan 1845 och 1849. Sedan dess äro ett stort antal regulatorer for elektriskt ljus konstruerade, och flera af dem tillhöra det sinnrikaste, som blifvit frambragt inom mekanikens område. Det svåra problemet kan ock anses såsom fullständigt löst.

Men det ligger i sakens natur, att regulatorerna måste vara af en temligen invecklad konstruktion, en omständighet, som alltid måste försvåra deras allmännare användande. Det var därför ett icke ringa framsteg vid den elektriska belysningen, när Jdblochkoff år 1876 uppfann ett ytterst enkelt medel att utan särskilda regulatorer bibehålla en konstant längd hos ljusbågen. Han stälde nämligen de båda kolstängerna icke i förlängningen af hvarandra utan parallelt och lät bågen uppstå mellan de båda öfre ändarne. Tyvärr har man icke lyckats att erhålla ett så likformigt ljus på detta sätt som med de bättre regulatorerna, men dess enkelhet har gjort, att det detta oaktadt under några år vunnit en ganska vidsträckt tillämpning, ehuru det nu mera till större delen förlorat sin betydelse, sedan regulatorerna i så hög grad förbättrats.

Båglampor måste i vissa hänseenden inrättas på olika sätt, allt efter som de äro afsedda att anbringas ensamma i en ledning, eller flera i följd efter hvarandra i ledningen, serie- eller differential-lampor, eller i shunt till en ledning, ofta då tillsammans med glödlampor. De äldre lamporna tillhöra den förstnämnda klassen, de nyare äro nästan alltid differential-Celler shuntlampor.

222. Äldre konstruktioner af elektriska lampor.

- Det första försöket att genom mekaniska regulatorer erhålla en jämn ljusutveckling gjordes år 1845 af en engelsman Wright, som ersatte kolstängerna genom cirkelformiga skifvor med slipade kanter, bragta i rotation genom ett urverk, så att de höllos på ett konstant afstånd från hvarandra. Ljusbågen alstrades mellan de båda skifvorna, och dess längd kunde på detta sätt hållas konstant. Detta försök synes emellertid icke haft någonSEBEINS REGULATOBLAMPA. 411

synnerlig framgång. Men två år senare började Foucault sina arbeten med konstruktionen af regulatorer för elektriska lampor. Vid Foucaults äldsta regulator föras de båda kolspetsarne mot hvarandra medelst flädrar, men dessa kunna icke sättas i verksamhet, förr än en i ett hjul ingripande spärrhake frigöres. Strömmen, som alstrar ljusbågen; genomgår trådlindningen till en elektromagnet, hvars styrka följaktligen beror af strömmens intensitet, och som verkar på en mjuk järnstång, hvilken står i förbindelse med nyssnämnde spärrhake. När kolspetsarne komma på för stort afstånd från hvarandra, och följaktligen motståndet växer och strörastyrkan aftager, är elektromagneter kraft för svag att motstå en på järnstången verkande fjäder, och spärrhaken frigöres, till följd hvaraf kolspetsarne närmas mot hvarandra. Strömmens styrka växer då, men den härigenom ökade elektromagnetismen hämmar snart kolspetsarnes närmande. Detta sker sålunda intermittent. Dessutom är

regulatorn icke fullständigt automatisk, enär man till en början måste för hand verkställa kolspetsarnes inställning. Foucault förändrade därför sin apparat samt gjorde bruk af två särskilda urverk, det ena för kolspetsarnes närmande, det andra för deras aflägsnande. Den ena eller den andra af dessa mekanismer sättes i verksamhet genom en i strömmen införd elektromagnet, hvars ankare attraheras af elektromagneten eller drages därifrån genom en fjäder.

Duboscq har gjort åtskilliga detaljförbättringar vid Foucaults regulator, och i den så förändrade formen har denna blifvit rätt mycket använd vid vetenskapliga försök öfver det elektriska ljuset, vid teatrar o. s. v. Men ehuru af intresse såsom den första om ock ofullkomliga lösningen af problemet i fråga, är Foucault-Duboscq?s regulator numera icke af någon praktisk betydelse, och den är långt underlägsen flera af de apparater, vi i det följande skola beskrifva.

Många andra elektriska lampor, åtskilliga ganska sinnrika, äro konstruerade, innan man lyckats fullständigt öfvervinna svårigheterna. Utrymmet förbjuder oss att här vidare redogöra för dessa numera öfvergifna apparater.

223. Serrins regulatorlampa. - År 1859 uppfann Serrin en regulator, hvilken med åtskilliga detaljförändringar ännu användes och i själfva verket erbjuder så stora företräden, att den kunnat uthärda täflan med de nyare apparaterna för samma ändamål, så vidt de äro afsedda för blott en lampa i samma ledning. Serrins lampa har särskildt blifvit begagnad vid de elektriska fyrarne, där den gjort stora tjänster.

Fig. 228 visar en afbildning af denna apparat. De båda kolstängerna stå lodrätt, den positiva öfverst. När strömmen412

FIG. 228.

icke genomgår regulatorn, närmas genom denna kolspetsarne, tills de beröra hvarandra. Slutes strömmen, aflägsnas de på

ett passande afstånd. Utsläckes ljuset af någon orsak, närmas kolspetsarne åter, tills ledningen å nyo slutes. För den skull är den öfre kolhållaren H förenad med en därmed parallel stång, som glider i ett rör B. Denna stång är vid sin nedre del formad som en kuggstång, hvilken ingriper i ett kugghjul, stående i förbindelse med andra hjul med växande hastighet, och af hvilka det sista har ett antal långa tänder samt form af en stjärna. Hjulutvexlingen synes nedtill å figuren. Den undre kolhållaren G uppbäres af en oscillerande parallelogram MP, som understödes af två spiralfjädrar. Parallelogrammens ena sida, nämligen den venstra, vertikala, är orörlig, de andra kunna oscillera inom trånga gränser. Något urverk finnes här icke, utan kolspetsarnes närmande sker helt enkelt genom den öfre kolhållarens och kolspetsens tyngd. Till följd af denna sträfvar ständigt den öfre kolspetsen att nedsjunka mot den undre, och genom parallelogram men MP lyftes denna mot den öfre. Så snart icke strömmen är sluten, är det intet som hämmar denna rörelse, till dess spet-sarne beröra hvarandra. Men när strömmen slutes, kommer en elektromagnet A vid apparatens fot i verksamhet och attraherar ett .ankare D af mjukt järn, hvarför parallelogrammen och den undre kolspetsen något

sänkes. Den öfre kolhållarens nedsjunkande hämmas genom att en spärrhake, som står i förbindelse med parallelogrammen,

ingriper i det ofvannämnda stjärnförmiga hjulet När återigen ljusbågen vid kolspetsarnes förbränning förlänges, så försvagas i samma mån strömmens styrka, och parallelogrammen MP upplyftes igen genom de två fjädrar, som stödja densamma. Spärrhaken utlöses, och den öfre kolspetsen kan till följd däraf nedsjunka ett litet stycke, emedan kol hållaren H sättes i rörelse jämte hjulutvexlingen och kuggatången, till dess att bågen blifvit så mycket förkortad, att den därigenom ökade strömstyrkan åter erhållit sitt normala värde, då spärrhaken ånyo stannar mekanismen. Om slutligen kolspetsarne skulle komma alltför nära intill hvarandra, så ökas elektromagnetens styrka, och ankaret D äfvensom parallelogrammen drages ytterligare nedåt, då kolhållaren C

sjunker och ljusbågen förlänges.

Por öfrigt gifves det flera detaljer vid denna regulator, hvarigenom dess regelbundna verksamhet försäkras. Sålunda kan man genom en vid dess öfre del anbragt mekanism J, som sättes i rörelse medelst två knappar, inställa den öfre kolspetsen, så att den kommer i samma linie som den undre. En till venster vid apparatens nedre del synlig knapp tjänar till att reglera spänstigheten hos den ena af fjädrarne, den nämligen som motväger elektromagnetens attraktion på sitt ankare.

Den nu beskrifna regulatorn är egentligen en förenkling (modéle Suisse) af Serrins. Ljusbågen är här icke fullkomligt orörlig, utan höjes och sänkes något, fastän visserligen helt litet, under kolens förbränning. Vid den fullständigare, något mera komplicerade modellen, förblifver ljuspunktens läge i rymden oförändradt, enär den positiva kolspetsen nedsjunker och den negativa samtidigt uppstiger i förhållande 2:1. En annan modifikation härrör af Berjot, som använder differenti&lverk-iiingar för att åstadkomma kolens närmande, hvarigenom .lampan kan arbeta i alla ställningar. För öfrigt är det icke nödvändigt att göra bruk af konstanta strömmar vid Serrins regulator, ehuru visserligen denna ursprungligen är konstruerad för sådana. Man har till och med funnit det i vissa hänseenden fördelaktigare att vid fyrar göra bruk af vexelströmmar, sådana de erhållas med de Meritens i § 175 beskrifna magneto-elektriska maskin, än att begagna den konstanta strömmen från en dynanio-elektrisk maskin. Vid de engelska och fränska fyrarne är ock den förstnämnda maskinen antagen. Orsaken till företrädet af de Meritens maskin i detta fall torde vara, dels att i allmänhet de magneto-elektriska maskinerna äro af en jämnare verkan, hvilket framgår af hvad vi i § 175 anfört, och dels hvad särskildt Serrins regulator beträffar, denna är ytterst känslig, så att de föroreningar kolen innehålla äfven åstadkomma vexlingar i ljusbågens motstånd. Men de dynamo-elektriska maskinerna äro ganska känsliga för förändringar i414 ELEKTRISK BELYSNING.

det yttre motståndet, en olägenhet, som man dock kan till icke ringa grad afhjälpa genom de medel, vi förut beskrifvit.

Serrins lampa har varit föremal för flera undersökningar. Vi hafva redan p. 318 anfört några af dessa och skola nu ytterligare meddela några resultat, tjänande att åskådliggöra apparatens verksamhet. Ljusstyrkan är, enligt de vid "Depot des Pharos" i Paris gjorda mätningar, väsentligen olika fördelad i olika riktningar. Då Grammes maskin med konstanta strömmar användes, befanns den totala belysningen under horisontalplanet tre gånger större än öfver detta. Den största belysningen egde då rum i 45° å 50° vinkel under horisonten. Då vexelströmmar användes, blef visserligen äfven starkare belysning under än öfver horisontalplanet genom ljuspunkten, men skilnaden utgjorde i detta fall endast 10 proc. Denna skilnad tillskrifves den låga, som höjer sig öfver spetsarne och absorberar en del af de från de glödande kolen uppåt sända strålarne. Den i horisontal riktning bestämda ljusstyrkan fann Fontaine vara 160 bec Carcel vid 700 hvarf i minuten hos Grammes maskin samt 646 bec Carcel vid 1,000 hvarf, och den erforderliga kraften var i förra händelsen 2,47 och i den senare 4,51 hästkrafter. Häraf synes, att ljusstyrkan växer i ett långt hastigare förhållande än maskinens kraft. Detta torde äfven förklara den stora skilnad, som vid olika försök visat sig, beträffande ljuseffekten per hästkraft. Under det att Fontaine fann såsom medelvärde nämnda effekt per hästkraft 130 vid 700 hvarf, steg den ända till 285 bec Carcel vid 1,000 hvarf i minuten hos maskinen. De förutnämnda försöken vid "Depot des Pharos" lemnade vida lägre värden. Sålunda erhölls vid Serrins lampa ljusstyrkan i bec Carcel per hästkraft till blott 59,5, då Alliance-maskinen användes, till 81,4 å 90,5, då olika typer af Grammes maskin begagnades och till 84,8 med de Meritens maskin (jämför p. 318). Men hastigheten hos Grammes maskin var vid dessa försök endast 550 å 680 hvarf i minuten. Förbrukningen af kolstänger visade sig härvid uppgå till 5 cm. för den positiva och 1,8 cm. för den negativa spetsen per timme, då stängerna, som voro beklädda med koppar, hade en diameter af 2 cm. Vid en annan af Grammes maskiner och med kolstänger af 1,8 cm. diameter var förbrukningen af den positiva 4,6 cm. och af den negativa 2,1 cm. i timmen.

224:. Jaspars regnlatorlainpa. - En af de elektriska lampor, som vid elektricitetsutställningen i Paris år 1881 till-drogo sig den största uppmärksamhet för sitt lugna och angenäma ljus, var den af Jaspar i Liége konstruerade,

med en lika enkel som sinnrik regulator. Fig. 229 visar denna. A är den öfre positiva kolspetsens och B den negativa kolspetsensJASPABS REGTJLATORLAMPA.

hållare. Den förstnämnde styres nedtill af en annan stång, så att den förhindras att vrida sig omkring. De båda kol-hållarne äro förenade genom två snören med omkretsen af två till ett stycke hopsatta trissor, af hvilka den ena har dnbbelt så stor diameter som den andra. Härigenom kan man få den öfre kolspetsen att nedsjunka dubbelt så hastigt som den negativa uppstiger. Likasom vid Serrins lampa sätter den öfre kolhållarens tyngd äfven den undre kolhål-laren i rörelse. Den mot-väges dock till en del genom en f motvigt -F, anbragt på en nära horisontal stång, hvilken genom ett snöre är föst vid en med de båda förutnämnda hopsatt trissa. Motvigtens läge på häf-stången och således dess inflytande kan förändras medelst en ställskruf K. På detta sätt kan man reglera den hastighet, hvarmed kolen skjutas mot hvarandra, allt efter strömmens styrka. Den nedre delen af den negativa kolhållaren S är bildad af en järnstång, som är omgifven med en solenoid C af grof tråd, i hvars inre kol-hållaren S kan röra sig upp och ned. När strömmen genomlöper solenoiden, attraheras järnet

PlG. 229.

och S neddrages. Denna verkan är emellertid kraftigast vid början och försvagas sedan, och för att utjämna denna olikhet är en motvigt E fäst på den största af de tre trissorna. När trissan kringvrides, förändras motvigtens läge och häfarm på så sätt, att i samma mån solenoidens attraktion försvagas, förminskas ock motvigtens inflytande. Por att begränsa oscilla-tionerna hos den i solenoidens inre rörliga järnstången, är vid den fäst en helt liten därmed parallel järnstång L, nedtill slutande med en kolf, som rör sig i en med qvicksilfver nära fyld cylinder J). Kolfven sluter dock icke tätt mot cylinderns väggar, utan tillräckligt spelrum finnes för att lemna qvicksilfret genomgång. Till följd af det motstånd qvicksilfret utöfvar mot kolfven, utjämnas stångens och således äfven kol-spetsarnes rörelse. Apparatens anordning framgår för öfrigt tydligt af afbildningen. j

i När icke någon ström genomgår regulatorn, beröra de båda kplspetsarne hvarandra. Men när strömmen slutes, attraherar solenoiden järnstången, till följd hvaraf den undre kolspetsen neddrages, och den genom snörena och trissorna därmed förenade kolspetsen i stället höjes. Vid kolens förbränning och ljusbågens däraf följande förlängning försvagas strömmen, och dbn öfre kolhållarens tyngd får öfverhand och föranleder kok spetsarnes närmande, till dess den ökade strömstyrkan gifver; åt solenoiden tillräcklig attraktionskraft. Genom användandet .af den i qvicksilfver nedsänkta kolfven, gifves en stor mjukhet åt denna regleringsrörelse och häftiga vexlingar i Ijusstyrkan; förekommas.

Jaspar använder visserligen äfven glaskupor såsom vanligt är omkring sin elektriska regulator, men för att tillgodogöra de uppåt riktade ljusstrålarne gör han bruk af en stor hvit skifva, anbragt öfver lampan*). Härigenom erhålles en för ögat i särdeles angenäm effekt Por upplysning af sin verkstad i LJége har Jaspar gjort bruk af en egendomlig anordning. Fem regulatorbrännare äro anbragta nära hvarandra, och med tilU hjälp af linser och speglar koncentreras ljuset åt de sidor man önskar, hvarvid strålarne genomgå öppningar i väggar och tak,; så att de ingå i de särskilda rum man vill belysa och där träffa hvita skifvor, som-i horisontal eller vertikal ställning äro= i rummen upphängda. Genom den diffusa reflexionen från dessa skifvor verkställes rummens belysning. Utan tvifvel uppstår iqke ringa ljusförlust på detta sätt, men tillika erhålles en mild oéh angenäm belysning, väsentligt olika med den, som de elek-trjiska lamporna med ljusbåge omedelbart gifva. Vid andra tillfällen har Jaspar belyst taket i rummet. Så t. ex. i ett telegraf-1

*). Vi återkomma något längre fram till förbättrade dylika anordningar.SIEMENS & HALSKES DIFFEKENTIAL-LAMPA. 417

t>yrån i Bruxelles tillhörande rum "af 3,5 meters höjd, 28 meters längd och 8 meters bredd, äro två regulatorer stälda bredvid hvarandra 2,3 meter öfver golfvet. De äro dolda af dem omgifvande reflektorer, bildade af glasspeglar, hvilka kasta strålarne mot taket. Den positiva kolspetsen är stäld öfverst, hvilket äfven i detta fall är

fördelaktigare än om ljusbågen omkastas.

Jaspars lampa har i Belgien vunnit ett ganska vidsträckt användande. Så t. ex. finnes i Seraings bekanta verkstäder 25 dylika lampor. Äfven i Frankrike hafva de funnit tillämpning; så t. ex. gör Comp:ie générale d'Électricité, bruk af 43 af,dem, drifna af 22 särskilda dynamo-maskiner.

Det följer af det sätt, på hvilket Serrins och Jaspars regulatorer verka, att endast en lampa kan vara i samma ledning, och att det därför vanligen användes en maskin för hvarje lampa. Antager man, att t. ex. två lampor äro i samma strömkrets, skulle .den förändring, som enderas ljusbåge undergingo, inverka äfven på .den andra lampan, om ock denna vore i normal verksamhet. Yi «kola nu lära känna andra elektriska lampor, där denna svåra olägenhet är undanröjd.

225. Siemens & Halskes

differential-lampa. - Man gifver denna benämning åt en af firman Siemens & Halske i Berlin utförd förträfflig konstruktion af en elektrisk lampa, uppfunnen år 1878 af v. Hefner-Alteneck, hvars dynamo-elektriska maskiner vi förut (§ 133) omtalat. Man kan med denna konstruktion anbringa många lampor efter hvarandra i samma ledning. Fig. 230 visar schematiskt, huru differentiallampan verkar, och fig. 231 visar den i verkligheten, dock utan glaskupa.

Yi taga först fig. 230 i betraktande. Strömmen inkommer genom L och delar sig i två grenar. Den ena går genom en rulle T af fin tråd och med stort motstånd samt därefter genom L' för att gå till nästa lampa. Den andra grenen af strömmen går genom rullen K af grof och kort tråd samt därefter genom kolspetsarne gh och den mellan dessa bildade ljusbågen; slutligen går äfven den genom & till ledningen U. På detta sätt

FIG. 230.

FIG. 231.

W

delas strömmen i två ganska olika grenar, i det att den ena i T lider ett stort och konstant motstånd, under det att den andra större delen i ljusbågen möter ett föränderligt men svagare motstånd. I de båda solenoidernas eller trådrullarnes inre finnas mjuka järn-stänger s, sf, hvilka kunna vara i ett stycke. De äro medelst en hafstång cda förenade med den öfre kol hållaren. Nu attraherar hvardera trådrullen sin järn-stäng med en kraft, som är beroende af strömstyrkan och antalet hvarf i rullen. Vid ett visst af ljusbågen ut-öfvadt motstånd motväga de båda verkningarna på s och sf hvarandra, och haf-stången cda antager ett jämn vigtsläge. När nu vid kolens förbränning, afståndet mellan spetsarne och således ljusbågens motstånd växer, blifver den genom R gående grenen af strömmen svagare, och den genom T gående öfvervägande,. så att änden c af häfstången lyftes och kolspetsarne närmas. Om återigen motståndet i bågen förminskas, blifver verkan af R öfvervägande, c sänkes och kolspetsarne aflägsnas från hvarandra, Fig. 231 visar, huru differential-lampan i verkligheten är anordnad. Kolstängerna äro belägna under regulatormekanismen, så att icke någon skugga nedåt bildas genom apparatens fot. Den öfre kolhållaren uppbäres af en kuggstång, och verkan af den öfre trådrullen består däruti, att en spärrhake frigöres, hvarigenom kuggstången äfvensom nämnda kolhållare får nedsjunka genom sin egen tyngd. Detta måste dock ske mycket långsamt, och för den skull användes en ganska sammansatt mekanism, bestående af en hämning, med en liten pendel, spärrhake och tandadt hjul, alltsammans fäst vid en med kuggståugen parallel stång, hvilken äfven föres upp och ned vid

järnstängernas rörelse. På samma axel som det tandade hjulet sitter ett litet kugghjul, som ingriper i kuggstången, och det är på detta sätt denna framflyttas.

Lampan verkar på följande sätt: Den öfre kolhållaren lyfter genom sin tyngd järnkärnan, hvarvid hämningen

utlöses och den öfre kolspetsen nedfaller, tills den kommer i beröring med den nedre spetsen. Mr sedermera strömmen föres genom lampan, drager hufvudströmstrådrullen järnkärnan nedåt, hvarvid den öfre kolspetsen höjes och en ljusbåge uppstår. Men detta föranleder åter en förhöjning af strömstyrkan i den andra rullen och en kraftigare verkan af denna, till dess en punkt uppnås, då jämnvigt mellan de båda motsatta verkningarna på järnkärnan eger rum. Ju mera ljusbågens längd växer, dess kraftigare blifver den sistnämnda rullens inflytande, och järnkärnan upplyftes allt högre, till dess hämningen lösgöres, och den öfre kolspetsen något sänkes, hvarvid pendeln verkställer en half svängning. På detta sätt fortgår regleringen. När kolstängerna förbrunnit, utestänges lampan självverkande ur ledningen genom att ett kontakt slutes, så att de i samma strömkrets liggande lamporna obehindradt kunna vara i verksamhet.

Man kan använda dessa lampor så väl för vexelström som för likriktad ström, men visserligen äro trådrullarne olika för dessa båda fall. Dessutom bör f Or vexelström båda kolstängerna vara lika, hvaremot för likriktad ström den öfre kolstången antingen tages längre eller af större diameter (se § 219).

Lampans inställning på olika båglängd och motstånd sker genom den öfre trådrullens förskjutning.

Por att göra regulatorns rörelser mjukare och på det att han icke må komma i vibration under inflytande af vexelström -marnes inverkan, står den i förbindelse med en liten luftpump, hvarigenom luften komprimeras i en cylinder.

v. Hefner-Altenecks differential-lampor äro tillverkade i olika storlek, afsedda för en strömstyrka från 3 till 35 ampere och en lystid från 6 till 18 timmar.

226. Siemens & Halskes bandlampa. - En annan anmärkningsvärd lampkonstruktion, hvilken likasom den näst föregående vunnit mycket vidsträckt användande och äfven i vårt land flerestädes blifvit införd genom firman J. E. Eriksons mek. verkstads aktiebolag, är den s. k. Siemens bandlampa. Denna kan på visst sätt betraktas såsom en modifikation af differential-lampan, i det att hufvudström-elektromagneten uteslutits och mekanismen i Öfrigt betydligt förenklats. Dessutom är bandlampan företrädesvis lämplig att anbringas i derivation420

FIG. 232.

från en hufvudledning, således för konstant potential. Magnetens verkan blifver här kraftigare, då den icke är grundad på skilnaden mellan två verkningar. Bandlampan behöfver därför icke utföras med lika finhet som differential-lampan, och den blifver ock vida mindre kostsam än denna. Den har ock vunnit allt mera insteg, i synnerhet som den kan användas i samband med glödlampbelysning.

Fig. 232 visar schematiskt principen för bandlampan äfvensom för andra likartade af Lontin och Gramme först konstruerade lampor, afsedda för reglering till lika spänning, eller hvad man stundom kallar derivations- eller shunt-lampor. Såsom afbildningen visar är järnkärnan omgifven med en lång fin trådlindning, som är anbragt i deri va tion mellan lampans poler. När icke någon ström genomgår lampan, stå kolspetsarne på något afstånd sinsemellan, men när lampan sättes i verksamhet, går strömmen först genom nämnda trådlindning, hvarvid järnkärnan attraheras och öfre kolspetsen nedsänkes, så att båda kolspetsarne komma i beröring. Men härvid sjunker potentialskilnaden mellan dem ansenligt och knappast någon ström genomgår trådspiralen, i följd hvaraf kolspetsarne aflägsnas från hvarandra och ljusbåge bildas. Men spänningen stiger ånyo i den mån kolet fortares, och detta föranleder järnkärnans upplyftande och kolspetsarnes närmande.

Fig. 233 visar bandlampans verkliga anordning, a är en snedt stående ram, som är vridbar kring en horisontal axel vid dess nedre del. Vid dess öfre del finnes ett ankare af järn, hvilket attraheras af ett vid elektromagneten m fäst polstycke. På axeln till ramen a är fast en trumma, som genom en hämning kan hindras att rotera. Ett kopparband är upp-lindadt kring trumman, och detta uppbär den öfre kolhallaren och tjänar tillika att föra strömmen till denna. Genom en spiralfjäder f hålles ramen i sin högsta ställning, när ingen ström genomgår lampan. Men när denna sättes i verksamhet, neddrages ramen kraftigt af elektromagneten, hvarvid hämningen frigöres och den öfre kolhallaren med kolspetsen nedsjunker af

FIG. 233.

sin egen tyngd och kopparbandet aflindas från trumman. Då kolspetsarne kommit i beröring, drages ramen tillbaka uppåt, och ljusbågen alstras. En spiralfjäder inuti trumman åstadkommer, att kopparbandet åter upplindas, när den öfre kol-hållaren lyftes för insättning af nya kolspetsar. För öfrigt framgår lampans inrättning tydligt af afbildningen.

Bandlamporna tillverkas i olika dimensioner. Sålunda funnos vid elektricitets-utställningen i Frankfurt a. M. år 1891 bandlampor af en storlek för strömstyrkor mellan 3 och 9 ampere, af en annan för 9 till 25 ampere, äfvensom en liten bandlampa för blott l ampere. Det är också en icke ringa fördel hos dessa lampor, att de lätt kunna regleras för olika strömstyrka. Äfven för vexelström äro de användbara.

22V. Pilsenlampan.-

A den österrikiska afdelningen vid elektricitetsutställningen i Paris år 1881 förekommo några då nya lampor, hvilka utmärkte sig genom ett ovanligt jämnt och angenämt ljus. De äro uppfunna af ingemörernaPietffe och Krmk i Pilsen (Böhmen) samt utförda af Schuckert i Nurnberg. Dessa lampor benämnas vanligen efter de båda uppfmnar-nes hemort. De hafva vunnit vidsträckt spridning och äro i Sverige flerestädes använda vid de anläggningar för elektrisk belysning, som blifvit utförda af "Elektriska byrån" i Stockholm.

Äfven Pilsenlampan tillhör differential-lamporna, men har en i vissa hänseenden ganska egendomlig anordning, som gör

den förtjänt af stor uppmärksamhet. Här användas två sole-noider eller trådrullar, den ena med grof, den andra med fin tråd. Den öfre kolstången är rörlig, men äfven den undre kan något förändra sitt läge. Det anmärkningsvärdaste är dock formen hos järnstången, som verkställer regleringen genom den inverkan hon röner af strömmen genom trådrullarne. Denna stång är nämligen icke cylindrisk utan konisk, hvarigenom nämnda verkan blifver jämnare i stångens olika lägen. När en järnstång, hvilken attraheras af en solenoid, är cylindrisk, är den kraft, hvarmed hon indrages, störst, då stångens ände kommit till midten af solenoidens längd och blifver noll, då stångens midtpunkt sammanfaller med solenoidens. Men annorlunda blifver förhållandet, när såsom vid den nya lampan i stället för en cylindrisk järnstång användes en stång, formad såsom en dubbel kon med gemensam bas. I så fall utjämnas den attraktion solenoiden utöfvar på järnstången under dennas olika lägen.

Fig. 234 antyder schematiskt strömför-delningen vid Pilsenlampan i dennas ursprungliga och enklaste form. A är den på en rulle r upphängda järnkonen, hvars vigt är helt och hållet eller delvis upphäfd genom en motvigt Q, S trådrullen med grof och S i den med fin tråd. Den sistnämnda utgör då en biledning med stort motstånd, c och c1 äro friktionstrissor, som tjäna till att leda könen rätt upp och ned, för hvilket ändamål denna är anbragt i ett mässingsrör. Strömmen inkommer vid -f-, grenar sig på sätt afbildningen angifver samt utgår från lampan vid -. Om de båda trådrullarne eller solenoi-derna vid en bestämd längd af ljusbågen ega lika magnetiska moment, så hålla de järnkonen i ett bestämdt läge, men om af någon orsak det magnetiska momentet i den ena eller den andra trådrullen förändras, flyttas könen upp eller ned. På samma gång höjes eller sänkes den öfre kolstången, som är fäst vid mässingsröret, hvaremot den undre kolstångens läge icke rubbas. Trådrullarne böra vara så fästa, att afståndet mellan deras midtpunkter är lika med dubbeikonens halfva längd.

Man finner lätt, huru denna regulator verkar. Hufvudströmmen genomgår trådrullen 8 samt därefter trissan c± till mässingsröret, hvilket utgör den öfre kolhållaren; vidare genom ljusbågen till den undre kolspetsen och lemnar slutligen lampan.

FIG. 234.PILSENLAMPAN

FIG. 235.

Ökas IjflÄkågeas längd och följaktligen motståndet i S, går en större del af strömmen genom S± och drager järnkonen nedåt, så att ljusbågens längd förminskas.;

Man kan ock i stället för två solenoider göra bruk af tre, »på det sätt, att man utomkring S upplindar en annan tråd, i hvilken samma gren af strömmen, som går genom Si äfven kretsar, men i motsatt riktning mot strömmen i S. Denna tredje solenoid har för ändamål att försvaga hufvud-strömmens verkan på A, och att sålunda möjliggöra en noggrannare reglering.

Ersätter man motvigten Q genom den undre kolhållarens vigt, kan man äfven göra den undre kolspetsen rörlig. Använder man därjämte för upphängning af järnkonen A dubbla rullar med olika diameter, motsvarande den olika förbrukningen af kol vid båda kolstängerna, kan man få ljusbågen att bibehålla sitt läge oförändradt.

I verkligheten äro de båda järnkärnorna åtskilda. Fig. 235 visar schematiskt, huru regleringen då eger rum. A och _B äro de båda trådspiralerna, af hvilka den förra har omkring 100 ohms motstånd, under det den senares motstånd är blott obetydligt. I hvardera spiralen är ^n konisk järnkärna rörlig. De båda järnkärnorna J och K äro omgifna med mässingscylindrar, hvilka tillika äro kolhållare. De uppbäras af ett snöre, .som går öfver en trissa, så att när den öfre kolspetsen drages uppåt, nedsjunker den undre spetsen. Den elektriska strömmen inkommer vid positiva polskrufven k och går öfver i genom en liten rulle F till

kolspetsarne, därifrån genom en andra rnlle G till trådspiralen jB och elektromagneten C och slutligen öfver d till 6, där den negativa polskrufven är. Vid 6 är en grening af strömmen, så att en del går genom en kort grof tråd, omgifvande mässings-cylindern med järnkärnan J, och därifrån genom den fina tråden

till kolspetsarne. Dessa äro innan strömmens slutning i beröring, emedan den öfre kolhållaren eger någon öfvervigt. Men» när strömmen genomgår lampan, blifver trådspiralen J5:s verkan förherskande, könen K intränger djupare i sin spiral, och de två kolspetsarne aflägsnas från hvarandra, så att ljusbågen kan alstras. När motståndet hos bågen växer i den mån kolspetsarne förtäras, kommer en större del af strömmen att genomgå spiralen A och järnkärnan J neddrages, hvarvid B lyftes, så att ljusbågens längd förminskas. Regleringen sker sålunda på enklaste sätt.

När, såsom oftast är händelsen, flera lampor äro anbragta i följd efter hvarandra, är det nödvändigt, att om en lampa slocknar, t. ex. genom att kolspetsarne äro utbrunna,, denna lampa utestänges ur ledningen. Det är för den skull elektromagneten C är införd. Vid ledningens afbrott förlorar denna magnet sin magnetism, dess ankare D attraheras icke längre, utan kommer i kontakt med E. Strömmen går då från k till E samt genom den korta grofva tråden kring J samt till l och & utan att för öfrigt genomgå lampan.

Fig. 236 visar huru i verkligheten Pilsenlampan är anordnad. Den är utförd för väsentligt olika ljusintensiteter. Sålunda fans vid elektricitetsutställningen i Wien en sådan lampa, afsedd för 20,000 normalljus. Men vanligtvis begagnas vida mindre lju&-intensitet, t. ex. 1,500 normalljus. Detta gäller för en riktning, bildande vid pass 45° vinkel mot horisontalplanet nedåt, efter hvilken den största ljusstyrkan förefinnes.

Vid Pilsenlampan användes såsom vi sett koniska järnkärnor i trådspiralerna. Afsigten härmed är att erhålla en jämnare verkan än hvad som vore möjligt med cylindriska järnkärnor,, hvilkas attraktion är störst, när ena änden är vid spiralens midt, och noll, när bådas midtpunkter sammanfalla. Såsom Böttcher och Bruger visat blifver dock denna utjämning ingalunda fullständig, Fig. 237 lemnar enligt den sistnämndes försöksresultat begrepp om attraktionen, som trådspiraler utöfva på cylindriska och koniska järnkärnor. Här är kärnans nedsänkning i

spiralen afsatt såsom abscissa och motsvarande attraktion i gram såsom ordinata.

FIG. 236.BRUSHS DIFFERENTIAL-LAMPA.

Kurvan J & tillhör en spiral af 7 cm. höjd och med cylindrisk kärna; lia en sådan spiral men med konisk kärna; Jfr en spiral af 3,5 cm. höjd med cylindrisk kärna och slutligen II b en dylik spiral med konisk kärna. Strömstyrkan är i alla händelser något öfver 8 ampere. Såsom kurvornas form angifver utjämnas verkan något ehuru icke fullständigt genom

FIG. 237.

användandet af koniska järnkärnor. Fullständigare skulle detta kunna ske genom att begagna kärnor af delvis cylindrisk och delvis konisk form.

228. Brushs (lifterential-lampa. - Denna är en af de mest använda båglampor och i synnerhet har den i Norra Amerika vidsträckt tillämpning. Den utmärker sig äfven för flera nya inrättningar, hvilka sedermera vid andra lampor upptagits. Vi skola här beskrifva densamma sådan den konstrueras för längre belysningstider. I detta fall har man nämligen två426

FfO. 238.

par kolspetsar bredvid hvarandra och genom en sinnrik anordning kommer först den ena sedan den andra af dem i verksamhet. Fig. 238 visar schematiskt den härför begagnade anordningen. Strömmen går från -f polskrufven den med l, 2, 3f 4 eller å' och 5 betecknade vägen till - polskrufven. Yid l sker en delning, så att hufvudströmmen går till 2 och därefter genom de inre, grof och kort tråd innehållande spiralerna F± och .F2, därifrån till 3 och genom det ena eller andra paret kolspetsar, och en derivationsström till de båda yttre, lång och

fin tråd innehållande spiralerna E± och E2. Spiralerna ega två och två samma axel, och strömmen föres i motsatt riktning i spiralerna med grof och fin tråd, så att dessa försvaga hvarandras verkan på de båda järnkärnorna, hvilka äro förenade med ett järnstycke J". När ljusbågen har sin normala längd, vid pass 2 mm., är hufvud-strömmens verkan förherskande. Trådspiralerna attrahera då järnkärnorna och hålla den ena eller andra af de båda öfre kolspet-sarne upplyfta till nämnda höjd öfver motsvarande undre spets. Detta sker med tillhjälp af ringarne (7± och (72, som genom friktion lyfta kolhållarnel B±, _B2, och medelst en hake. Denna har vid ena kolhållaren en bredare öppning än vid den

andra, och i följd däraf lyftes den ena kolspetsen, nämligen den till venster å figuren, förr än den andra. Kolspetsarne äro till en början innan strömmens slutning i beröring å ömse sidor, emedan de öfre kolhåilarne genom sin tyngd nedsjunka, men vid strömmens slutning och kolhållarnes uppstigande alstras ljusbågen vid den sist lyfta spetsen, där motståndet är minst. I den mån kolet fortares och ljusbågens längd växer, ökas motståndet och en större del af strömmen går genom derivationen till de af fin tråd bildade spiralerna. Härigenom motverkas hufvudströmmens inflytande och järnkärnan attraheras mindre

FIG. 239.

kraftigt. Järnstycket J sjunker något, och kolspetsarne närmas hvarandra. Genom den något lutande ställning ringarne C^ och C2 intaga, fasthållas nämligen kolhållarne, så länge järnkärnorna starkt attraheras, men när detta icke längre är händelsen, komma ringarne i horisontalt läge och lemna kolhållarne tillfälle att nedsjunka. De båda grofva trådspiralerna genomgås af strömmen samtidigt, hvaremot de båda fina trådspiralerna äro stälda i följd efter hvarandra. Såsom man finner är det på dessa spiralers motsatta verkningar, som lampans reglering beror. När det ena paret kolspetsar utbrunnit, öfvergår ljusbågen utan vidare till det andra paret spetsar, och lampan kan

på detta sätt hållas i jämn gång under jämförelsevis lång tid.

På det att kolspetsarne icke må allt för hastigt förflytta sig vid regleringen, äro de af ringarne omgifna kolhållarne formade såsom pumpstÖflar, fylda med glycerin, i hvilka nedstå kolfvar, som äro fästa vid lampställningens öfre del. Kolf-varne äro försedda med ventiler på det att kolspetsarne må uppstiga hastigare än de nedsjunka.

Sedan det sista kolparet förbrunnit, afstänges lampan automatiskt medelst en apparat, som å figuren är schematiskt framstäld. Den utgöres af en elektromagnet med en kort grof trådlindning V och en lång fin trådlindning U, hvilken sistnämnda genomgås af derivationsströmmen från spiralerna jE?x och .E2. Så länge denna ström har normal styrka, kommer icke apparaten i verksamhet, men när den uppnår ett visst värde, attraheras ankaret N. Då blifver en ny ledning tillgänglig för hufvudströmmen, som går från 2 genom motståndet M till den grofva trådlindningen V och därifrån omedelbart till den negativa polskrufven. V och U genomgås i lika riktning af strömmen. Om af någon orsak motståndet vid kolspetsarne, utan att dessa äro förbrända, uppnått ett så stort värde, att afstängningsapparaten kommer i rörelse, så nedfalla de öfre kolspetsarne och den slocknade lampan kommer ånyo i verksamhet.

Fig. 239 visar lampan i sin helhet

Det bör omnämnas, att vid den stora centralstationen i Filadelfia för belysning med Brushs lampor projicieras bilden af ljusbågen medelst en lins, som med tillhjälp af kugghjul och

FIG. 240.

kuggstång kan inställas på en hvit vägg, så att lampans reglering därefter kan verkställas.

I Amerika har man stundom användt Brushs lampor for elektrisk belysning af torg och gator på det sätt, att en eller flera lampor anbragts på höga master eller ställningar. Vi anföra som exempel anordningen af den offentliga belysningen i

San-José i Californien. Här finnas sex intensiva lampor å toppen af en 60 meter hög ställning af järnrör (se fig. 240). Ljuset utbreder sig härifrån öfver hela staden, men starka skuggsidor uppstå vid flera gator. Yid dessa användas flera lampor, anbragta en och en vid toppen af 12 m. höga master af trä, som äro försedda med en järngalge upptill tör lampans upp-Mngning.

FIG. 24:1.

FIG. 242.

229. Thomson-Houstons båglampa. - Vi skola nu redogöra för en ny båglampa af amerikanskt ursprung, hvilken utan tvifvel kan räknas bland de förnämsta i sitt slag. Den har redan i Europa vunnit icke ringa insteg och äfven i vårt land blifvit med framgång använd. Thomson-Houstons lampa utmärker sig i själfva verket för ovanlig jämnhet. Den har så vidt vi känna endast blifvit begagnad tillsammans med Thomson-Houstons dynamo-maskin, hvilken vi i § 139 i korthet beskrifvit, och ljusets jämnhet torde väsentligen bero på den fullständiga reglering af strömmen, som erhålles genom den visserligen temligen invecklade mekanismen hos denna maskins regleringsapparat.

Lampan utföres i flera former och såväl med ett som två par kolspetsar. Fig. 241 visar utseendet af en sådan lampa med ett par spetsar och fig. 242 dess inre anordning. Här finnas två liggande elektromagneter, den nedre S med grof, den öfre A med fin tråd. Strömmen går i allmänhet till större delen genom den grofva tråden, men när motståndet i ljusbågen blifver stort, kommer den del af strömmen, som genomlöper de fina i derivation anbragta

spiralerna, att utöfva större inflytande. Elektromagneternas järnkärnor äro koniskt formade liksom vid Pilsenlampan. Eåda järnkärnorna äro förenade med hvar sin ände af en nära vertikal hafstång G. Härigenom upp-

FIG. 243.

står under regleringen en rörelse i ena eller andra riktningen, hvarigenom kolhållaren utlöses eller fastklämmes. Detta sker medelst en ring på sätt vi beskrifvit i fråga om Brushs lampa. Genom tyngden hos kolhållaren nedsjunker öfre kolspetsen, så snart kolhållaren utlöses, och regleringen försiggår således af ven här dels genom denna verkan och dels genom den differentialverkan, som de båda paren trådspiraler utöfva. Vid hvarje lampa finnes en inrättning för att föra strömmen förbi lampan, när hon af någon orsak kommer ur verksamhet.

Vid den nu beskrifna lampan användes vanligen en ström af 9,6 ampere. Den minsta maskinen kan underhålla 2 och den största ända till 65 lampor i följd efter hvarandra. I vissa fall begagnas en anordning, hvarigenom grening af strömmen eger rum. Så t. ex. har man delat 9,6-ampere-strömmen i två

grenar, hvardera lemnande elektricitet till båglampor för 4,8 ampere.

De vanligen använda lamporna erfordra 45 volt potentialskilnad, hvarjämte 25 lampor taga i anspråk omkring 23 hästkrafter.

Fig. 243 visar schematiskt, huru dessa båglampor sättas £ verksamhet genom en dynamo af Thomson-Houstons system med därtill hörande regulator. L, L . . äro de i serie anbragta båglamporna, C, C^ elektromagneterna till dynamo-maskinen, J5, B, Bi9 B! de två paren borstar till denna, M, -Zfcf reglerings-elektromagneten, P, N maskinens polskrufvar, P±, P2 polskruf-varne till kontrollmagneten, hvilken är anbragt i ett vid en vägg uppstäldt skåp. Denna kontrollmagnets trådlindning genomgås af hufvudströmmen. Den elektriska strömmen går från den positiva polskrufven P genom kontrollmagnetens trådlindning till afstängaren eller "switchen" A, till de i serie stälda lamporna och till maskinens negativa pol N, samt vidare genom den högra fältmagneten C± till borstparet B 9 B± samt kommutatorn och induktorn, vidare till borstparet B, JBoch därifrån till venstra fältmagneten C tillbaka till polerna P och P2 å maskinen och kontrollmagneten. Vanligen är regleringsraagneten kortsluten genom den till kontrollmagneten gående strömmen, och den kommer blott i verksamhet, när denna ledning öppnas. Kontrollmagneten utgöres af två järnkärnor, förenade med ett tvärstycke, hvilket uppbäres af en spiralfjäder och som står i förbindelse med en kontakt-häfstång. De rörliga järnkärnorna omslutas af de båda fasta trådspiralerna, hvarigenom hufvudströmmen går. När denna blifver för stark, upplyftas järnkärnorna, hvarvid häfstångens kontakt afbrytes. Men härigenom kommer regulatorn att verka, ty dennas elektromagnet genomgås i motsatta riktningar af hufvudströmmen och biledningen, så att när den sistnämnda afbrytes, regleringsmagneten attraherar sitt ankare och sätter häfstångsmekanismen i rörelse (se p. 245), hvarigenom strömstyrkan återtager sitt normala värde.

S3O. Några andra elektriska regulator-lampor. -

Vi skola nu i korthet redogöra för några andra regulatorer för båglampor, hvilka vunnit vidsträckt användande eller af annat skäl äro af intresse.

Grammes lampa har två öfver hvarandra stälda elektromagneter, den ena öfverst med grof, kort trådlindning, som utgör en del af hufvudledningen och tjänar till kolspetsarnes aflägsnande; den andra med en lång, fin lindning, som är i derivation med hufvudledningen, aflägsnar kolen från hvarandra. När strömmen slutes, drages den förstnämnde magnetens ankare nedåt, hvarvid den öfre kolspetsen aflägsnas och ljusbågen

FIG. 244.

uppstår. Då båglängden och således motståndet ökats, går en större del af strömmen genom den andra elektromagneter hvars ankare neddrages och därigenom vrider en hafstång, hvarvid ett stjärnhjul frigöres. Detta hjul är medelst en kugghjuls-utvexling förenad till den med en kuggstång försedda öfre kol-hållaren. Denna

nedsjunker af sin egen tyngd, men denna rörelse upphör snart och stjärn-hjulet hämmas. - Lampan utföres i tre storlekar från 25 till 500 bec Carcel.

Canees lampa är mycket använd i Frankrike och af särdeles enkel konstruktion, hvilken schematiskt angifves af fig. 244.

A N ;.; 1 Por regleringen begagnas här

l s | förnämligast en vertikal skruf F,

J g2 (?vl^-^ ö> som Yrjder 8ig kring axeln men

utan att framskjutas. »Skrufven har två muttrar K och E, af hvilka K uppbär den Öfre kolhållaren och E, som benämnes regleringsmuttern, hvilar på en skifva U, hvilken är fastsatt vid skrufven. Yid sidan af skrufven finnas två elektromagneter B± och JB2, hvilka äro förenade med polskrufvarne P, P och kolspetsarne (7, G71 på sätt figuren visar. På de upptill med mässingsstänger förlängda järnkärnorna till dessa elektromagneter hvilar en skifva L, L, hvilken tryckes mot muttern E, då järnkärnan upplyftes. När lampan icke är i verksamhet, äro kolspetsarne i beröring, men då strömmen slutes, höjas järnkärnorna och en tryckning utöfvas uppåt mot muttern E. Men då skrufven V har stor stigning, kommer den i följd af detta tryck att kringvridas, hvarvid muttern K långsamt höjes och därmed den öfre kolspetsen att upplyftas, så att ljusbågen alstras. Aftager strömstyrkan, nedsjunka järnkärnorna af sin tyngd, hvarvid muttern E blifver fri och den öfre kolhållarens tyngd föranleder kol .spetsarnes närmande tills den normala strömstyrkan hunnits.

FIG. 246.

Westons lampa har i Norra Amerika vunnit vidsträckt användande. Den har differential-regulator med orörlig negativ kolspets och den positiva kolspetsen förenad med kolstången till en liten luftpump för rörelsens utjämnande. I de båda trådspiralerna, af hvilka den ena som vanligt har grof och den mildra fin trådlindning, flytta sig två rör af mjukt järn, styrda af massiva stänger. Allt eftersom den ena eller den andra af .dessa spiraler erhåller öfvervägande inflytande, aflägsnas eller närmas kolspetsarne med tillhjälp af en häfstångsutvexling.

Thomson-Rice-lampan, hvilken i Norra Amerika mycket användes, är en modifikation af Thomson-Houstons förut beskrifna lampa och utföres af samma bolag, som tillverkar den sistnämnda. Äfven här finnas två elektromagneter, den ena med grof, kort tråd i följd med hufvudledningen, den andra med två trådlindningar i derivation från lampans polskrufvar, den ena med grof, den andra med fin tråd och så anordnade, att de samverka. Dessa elektromagneter äro stående. Regleringen utjämnas med en liten luftpump. Lampan, hvilken hufvudsakligen användes som shunt-lampa, utföres i två modeller, den ena för no-minelt 1,200 normalljus med 45 volt och 6,8 ampere, den andra för 2,000 ljus med 50 volt och 10 ampere.

Zweifels lampa, hvars anordning framgår af fig. 245, är utmärkt genom ovanlig enkelhet och jämnhet i regleringen. Den tillverkas af "Societé suisse" i Wintherthur. Kolhållarne P och P' uppbäras af två kedjor h och Jif, hvilka äro fastsatta vid ringen A. Denna är till en del af järn (å figuren be-tecknadt med streck), hvars tvärskärning ökas från d till e, och till en del af mässing, så afpassadt, att järnet, mässingen och armen fe äro i fullständig jämnvigt kring axeln a. Kolhållarne äro flyttbara i rören t, tf. Den undre kolhåll aren Pr är något tyngre än den öfre P och sträfvar därför att aflägsna kolspetsarne från hvarandra och att återföra ringen till dess af figuren antydda gränsläge. När en elektrisk ström genomgår trådspiralen 's, sträfvar den däremot att vrida ringen i riktning af pilen l och således att närma kolspetsarne. Spiralen är af fin tråd och i derivatiou till kolhållarne. Vanligen sättes lampan i deri-

vation af hufvudledningen, men stundom anordnas den såsom differential-lampa.

Crompton har konstruerat flera regulator-lampor, hvilka i England vunnit vidsträckt tillämpning. En af dessa, den s. k. E-lampan, har den undre kolspetsen rörlig vid pass 6 mm. hvarvid den pressas upp med en spiralfjäder och neddrages vid strömmens gång genom en elektromagnet. Den öfre kolspetsen har 40 cm. lopp. När denna är i sitt öfre läge, drages den ned genom tyngdkraften, hvilken sätter en hjulutvexling i rörelse, så framt icke ett tryck utöfvas på ringen till ett af hjulen. Detta tryck åstadkommes genom en lätt fjäder, men upphör när en tillräckligt stark ström verkar på en annan elektromagnet, som genom ankare och hafstång frigör hjulet, hvarvid den öfre kolspetsen nedsjunker. Den sistnämnda elektro-magneten har en fin trådlindning, anbragt i deri vation till ljusbågen, den förstnämnde en grof trådlindning, hvarigenom hufvudströmmen går. - En annan lampa, betecknad D. D., är en förbättring af den förutnämnda.

Sur gins lampa. Denna begagnas i Schweiz, Södra Tyskland och Österrike. Ursprungligen var den afsedd att användas ensam i en ledning, men sedermera har den konstruerats så att två eller flera lampor kunna anbringas i samma ström. Eegulatormekanismen, hvilken såsom vanligt är anbragt öfver de vertikala kolspetsarne, innehåller två liggande elektromagneter med ett gemensamt vertikalt ankare, hvilket jämväl är lindadt såsom en elektromagnet samt genom en utvexling med två parallela stänger, trissa och kedja är förenad med den öfre kolhållaren. Såsom särskild fördel hos denna lampa uppgifves enkelhet och att den kan alla årstider användas i fria luften samt äfven i dammiga lokaler.

Gulchers lampa. Man begagnar vid detta system flera lampor i derivation af hufvudledningen. De båda vertikala kol-spetsarnes hållare äro med snöre och två trissor förenade, så att den ena följer den andras rörelse. Regleringen är så anordnad, att om t. ex. tre lampor, A, S och G äro i derivation, A reglerar S och C, S reglerar A och C samt C reglerar A och B.

Street och Macquaires lampa. Vid denna lampa gör man bruk af vexelströmmar. Dessa töras genom en elektromagnets trådledning och föranleda, att ankaret än attraheras och än, i de ögonblick strömmens riktning omkastas, får tillfälle att aflägsna sig under en fjäders inverkan. Kolhållarne äro förenade med muttrar, hvilka närmas till eller aflägsnas från hvarandra medelst en höger- och venstergängad skruf, hvars axel är vertikal liksom kolspetsarnes. Dessa komma därvid att på samma gång närmas eller aflägsnas. Rörelsen åstadkommes

genom en liten enkel elektrisk motor, hvars rotation sker i ena eller andra riktningen eller upphör allt efter behof. Genom denna anordning blifver ljusbågen mycket jämn.

Zipernowskys lampa är lika som den förra afsedd för vexelströmmar, men den kan dessutom genom en enkel förändring göras användbar jämväl för konstanta strömmar. Dess mekanism är temligen invecklad, men icke dess mindre har lampan i Österrike, Ungern och Italien vunnit vidsträckt till-lampning.

2S1. Svenska regulator-lampor. - I Sverige har man föga sysselsatt sig med konstruktionen af regulator-lampor; likväl äro några patent å sådana meddelade åt svenska uppfinnare, hvarjämte några elektriska belysningsanläggningar äro försedda med dylika lampor af svensk tillverkning.

Af de patenterade lamporna omnämna vi till en början den af O. F. Jönsson (hos Palmcrantz & C:o) redan år 1885 uppfunna lampan *) med två par kolspetsar, afsedda att förbrinna det ena efter det andra, och hvilka kolspetsars öfre kol med sina hållare noggrant motvägas med vigter och kedjor, så att så liten kraft som möjligt åtgår för ljusbågens reglering. Lampan är inrättad att verka såsom en fullständig differential-lampa.

Äfven år 1885 är en annan sådan lampa**) patenterad för A. Sundh i Göteborg. Denna uppfinning afser en elektrisk båglampa, där kolspetsarnes afstånd sinsemellan regleras med tillhjälp af en i ledningen införd elektromagnet och två med komprimerad luft fylda cylindrar med kolfvar, hvilka tjäna såsom kolhållarö. Regleringen skulle ske på så sätt, att luften, som i den öfre cylindern uppbär kolfven och det öfre kolet, småningom insläppes i cylinderns nedre del under kolfven, som uppbär det undre kolet. Komma kolspetsarne för nära intill hvarandra, förändras elektromagnetens läge och öppnas därigenom en kran, som utsläpper något luft

från den undre cylindern och därigenom åstadkommer, att undre kolspetsen något sänkes. - Vi hafva oss icke bekant, om denna egendomliga anordning i verkligheten blifvit försökt.

En tredje regulator-lampa***) är år 1889 uppfunnen af instramentmakaren S. K. Ber glo f i Stockholm. Denna lampa var i verksamhet vid industri-utställningen i Göteborg 1891 och lemnade ett lugnt och stadigt ljus. Vi skola här efter patentbeskrifningen närmare redogöra för densamma. Öfre kol-

*) Se: Beskrifning, offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, N:o 270. **) » » » » » » » 53.

*..) » » » » » » » 2,435.436

spetsen är upphängd på ett i vertikalplanet vridbart hjul, och genom dettas vridning förändras afståndet mellan kolspetsarne. Fig. 246 visar denna anordning i sidoritning. Hjulet c sitter löst på sin axel, hvilken uppbäres af ramen a, som i sin ordning är vridbar kring ett par tappar, liggande något excentriskt i afseende å nyssnämnda axel. Vid denna är ett hjul b

FIG. 246.

fastsatt, hvilket å sin utåt vända sida har en framstående kant k. Genom en fjäder tryckes hjulet c mot hjulet &, i hvars rörelse det tvingas deltaga, så länge det ej löskopplats medelst en häfarm d. På axeln sitter löst en vridbar och med ramen a förenad balans d1\ hvilken är försedd med kilformiga rännor l, l i den mot kanten k liggande delen å ömse sidor om denna. Hvarje sådan ränna innesluter en liten kula m, som till följd

af sin tyngd trycker mot hjulkanten och vid balansens vridning åt ena hållet fastpressas däremot. På så sätt öfverföres balansens rörelse till hjulen ~b och c och således äfven till den öfre kolstången, som härigenom nedföres. Rörelsen hos balansen sker genom att en derivationsström går genom elektromagneten n, hvilken attraherar ett på ramen a upptill anbragt ankare. När afståndet mellan kolspetsarne ökas öfver en viss gräns, vrides i följd häraf ramen kring sina tappar, äfvensom balansen d', hvarigenom kulorna tryckas mot kanten k och hjulet & kringvrides. Men när ankaret kommit nära elektromagneten, upphör den magnetiserande strömmen, emedan vid o afbrott i kqntaktet eger rum, hvarvid ramen återföres i sitt ursprungliga läge genom spiralfjädern e. Denna rörelse tillbaka meddelas dock icke till hjulet 6, hvilket för öfrigt hindras att vrida sig tillbaka i sitt förra läge af fjädern f.

Vi böra äfven omnämna, att firman Palmcrantz & C:o i Stockholm utfört förträffliga regulator-lampor af en konstruktion, som utgör en kombination af Siemens och Thomson-Houstons lampor. De äro använda för den offentliga belysningen i Falun och Eskilstuna.

232. Regulator-lampor för vexelströmmar. - Såsom vi i det föregående anmärkt, kunna åtskilliga af de beskrifna båglamporna användas såväl för vexelström som för likriktad ström. Det är dock i allmänhet ingalunda likgiltigt för hvilkendera af dessa lampan utsättes, och man,har ofta funnit, att en lampa, som är väl reglerad för likriktad ström, verkar illa, då vexelström begagnas. Trådspolarne upphettas snart, elektromagneterna blifva kraftlösa genom Själfinduktionen inverkan, och de massiva järnkärnorna blifva mycket varma till följd af foucaultska strömmar. Man har därför funnit sig föranlåten att i någon mån modifiera lamporna, när man vill göra dem passande för vexelströmmar. Sålunda har man, för att minska Själfinduktionen inflytande, gjort bruk af ett färre antal trådhvarf uti elektromagneterna, samt för att försvaga de foucaultska strömmarne gjort inskärningar i de massiva metallstyckena och användt järnkärnor af tråd. Vi anföra såsom exempel i detta hänseende Pilsenlampan (§ 227). Man har här klufvit metallspolarne, hvarpå koppartråden upplindats samt äfven på samma sätt behandlat några af metallstängerna. De koniska järnkärnorna har man sammansatt af fernissade järntrådar, lagda bredvid hvarandra. På detta sätt har Pilsenlampan blifvit lika användbar för vexelström som för likriktad ström. Ljusfördelningen blifver i allmänhet fördelaktigare vid den sistnämnda strömmen, emedan strålarne företrädesvis äro

FIG. 247.

riktade nedåt (se § 214). Totala ljusutvecklingen torde likväl icke vara väsentligt lägre med vexelström än med likriktad ström.

Till den större fara, som vexelströmmar medföra i jämförelse med likriktade strömmar, återkomma vi längre fram.

333. Några särskilda tillämpningar af regulator-lampor. - Vi skola nu beskrifva några speciella tillämpningar och därvid använda inrättningar vid belysning med regulatorlampor. Till en början må anföras såsom exempel å elektrisk belysning medelst båglampor i fabriker en vid firman Sautter-Lemonnier i Paris utförd anläggning vid Cails bekanta mekaniska verkstäder. Man har här att belysa lokaler med 23,400 qvm. golfyta. För att undvika den fara, som användandet af höga potentialer medför, har man gjort bruk af fyra Grammes maskiner, som lemna blott 70 volt, men däremot 280 ampere. Båglamporna äro därför anbragta i derivation. För att erhålla en konstant elektromotorisk kraft oaktadt flere eller färre lampor äro i verksamhet, har man gifvit åt dynamo-maskinerna ett mycket ringa inre motstånd. Samtliga båglamporna äro oberoende af hvarandra. Tre maskiner underhålla 24, 26 och 22 eller tillsammans 72 båglampor samt en fjärde maskin 83 glödlampor; från maskinrummet utgå 96 ledningar, nämligen en till hvardera båglampan samt två till glödlamporna. Ledningen till hvarje båglampa är försedd med en afbrytare, som användes

när nya kolspetsar skola insättas. Dessutom finnes för hvarje ledning en signalapparat, som är afbildad i fig. 247. Ledningen L genomgår en trådspiral A, i hvars midt finnes en förnicklad järnstång B med en skärm (7. Ett kopparband D, fäst isoleradt på en för alla signalapparaterna gemensam träskifva Ey är i förbindelse med ett ringverk och en stapel, hvilken därjämte är förenad med stången B. Så länge strömmen oförändradt genomgår ledningen L hålles stången B jämte skärmen C i det läge afbildningen visar, och döljer en nummertafla, men när strömmen i nämnda ledning upphör, nedfaller stången med skärmen. Taflan blir då synbar, och dessutom åstadkommes genom stången kontakt med kopparbandet D, så att stapelns ledning slutes genom ringverket, hvilket blifver ljudande. Num-

FIG. 248.

ret på taflan angifver hvilken lampa, som påkallar uppmärksamheten.

De båglampor, som här begagnas, äro de af G-ramme konstruerade. Huru dessa lampor äro anbragta synes af fig. 248 Upphängningen sker medelst själfva ledningen, hvars båda trådar ingå vid a och som vid 6 går kring en trissa, uppbärande en motvigt c. Vidare går den dubbla ledningen kring trissorna e och f samt till lampans polskrufvar vid g. Lampan har upptill en reflektor. Hennes inställning sker medelst snöret d, som är fäst vid vigten c.

Ritbyrån, hvars golfyta är 407 qv.-meter, upplyses rned fem båglampor af 150 bec Carcel, hvilkas ljus återkastas mot taket och väggarna. Den skärm c, som uppfångar och återkastar de direkta strålarne, är upphängd under lampan på sätt fig. 249 antyder. Belysningen blifver jämn och utan störande skuggor.

Utan tvifvel motsvarar den nu beskrifna anordningen ganska väl det afsedda ändamålet, med kostnaden blifver stor, när man såsom här vill undvika höga potentialer. Man gör därför ofta vid det elektriska bågljusets användande bruk af flera lampor

1 en ledning, såsom vid Siemens, Brushs, Thomson-Houstons lampor äfvensom vid Pilsenlampan är brukligt och detta så väl vid yttre som inre belysning. Det är tydligt, att kostnaden för ledningarna då blifver väsentligt förminskad, när lamporna äro spridda i ett vidsträckt område.

Vid belysning af ritsalar gör man numera ofta bruk af båglampor, hvilkas ljus, likasom i nu omtalade exempel af

en reflektor, kastas mot taket. En af de härför begagnade anordningar är den som fig. 250 antyder, sådan den användes vid Tekniska skolan i Stockholm. Regulator-lamporna äro nedtill omgifna med hvar sin inuti hvitmålade bleck-kon af 110 cm. diameter och 45 cm. höjd, upphängd i fyra snören med basen till en höjd vid pass

2 m. öfver ritborden. En mycket jämn och för ögat angenäm belysning erhålles härigenom. - Vi anföra*) vidare såsom

FIG. 249.

*) Efter en af iDgeniör A. Lagrelius år 1892 afgifven reseberättelse.

exempel å de elektriska regulator-lampornas användande det sätt man begagnar vid militärgeografiska institutet i Wien för fotografering vid elektriskt ljus. All fotografering därstädes, så väl lör heliogravyr som för fotolitografi, sker vid sådan belysning. En i bottenvåningen liggande sal inne på gården är indelad i två nästan lika stora rum I och II genom en mellanmur, hvari det fotografiska objektivet är fäst. Kamera och kasett begagnas icke. Rummet I är afsedt för de original som fotograferas, II är mörkt rum för preparation, exposition och framkallning af den fotografiska plåten. En dubbeldörr förmedlar kommunikationen mellan de båda rummen och genom

FIG. 250.

ett talrör genom muren kunna fotograferna å ömse sidor meddela sig med hvarandra, äfven vid stängd dörr. Originalerna anbringas på en ställning med hjul, som kan flyttas fram och tillbaka på ett horisontalt skenpar vid öfre delen af rummet L Visirskifvan och sedermera den ljuskänsliga plåten anbringas på en annan liknande ställning i rummet II. De elektriska lamporna, hvarmed originalen belysas, uppbäras af en äfven på skenor rörlig järnram, så att de kunna ställas i olika lutningar mot horisontalplanet, allt efter som behofvet påkallar för erhållande af intensiv belysning.

234. Jablochkoffs elektriska lampa. - Såsom vi redan förut antydt, skiljer sig denna väsentligen från andra elektriska lampor, med hvilka ljusbåge alstras, därigenom att

icke någon regulator användes, utan bågens längd bibehålles konstant genom att de båda kolstängerna äro parallela med hvarandra, så att bågen kan uppstå mellan de uppåt vända spetsarne. Mr denna uppfinning först uppträdde, väckte den stora förhoppningar, och mången ansåg, att problemet om den elektriska belysningen blifvit fullständigt löst och detta på det enklaste och naturligaste sätt. Erfarenheten har visserligen icke gifvit stöd åt denna uppfattning, men det är obestridligt att Jablochkoffs lampa i icke ringa mån bidragit att framkalla det lifliga intresse för den elektriska belysningen, som nu gör sig gällande, hvarjämte den utgjort utgångspunkten för andra uppfinningar.

Jablochkoff, en rysk officer, började år 1876 sina undersökningar angående den elektriska belysningen, genom att försöka det inflytande, som utöfvades på ljusbågen, när i densamma infördes ett mineraliskt ämne. Han kom därvid snart att öfvergifva den vanliga anordningen med kolstänger i samma linie och anbragte dem i stället parallela. Men stora svårigheter visade sig därvid. Först försöktes konstanta strömmar, men det var då nödvändigt göra den positiva kolstången gröfre än den negativa. De båda stängerna omgåfvos med asbest, så att det hela hade ungefär utseende af ett vanligt ljus, där kolstängerna motsvarade veken. Visserligen kunde man på detta sätt tå kolen att brinna någorlunda jämnt, men det smalaste blef rÖdglödande efter en större längd, hvilket var ofördelaktigt. Jablochkoff använde därför vexelströmmar; detta befanns ändamålsenligt, och de båda kolstängerna kunde tagas fullkomligt lika hvarandra. Men det visade sig, att ljusbågen nästan alltid gick från den ena kolstången till den andra, utan hänsyn till det omgifvande isolerande ämnet, hvilket följaktligen var onödigt samt till och med skadligt. Olika slags kol undersöktes, äfvenså olika isoleringsämnen mellan kolstängerna. Af de förstnämnda visade sig Carrés kol lämpligast. Svårare var det att finna ett passande isoleringsämne. Detta bör nämligen vid vanlig temperatur icke i märkbar mån leda elektriciteten, pä det att denna icke må därigenom finna

den lättaste vägen, men däremot vid hög temperatur bör det genomsläppa densamma. Dessutom bör isoleringsämnet förtäras lika hastigt som kolet, så att det alltid står i jämnhöjd med kolspetsarne. Kaolin användes länge för detta ändamål. Vid dess smältning bildas en liten droppe, som lemnar en passande väg för elektriciteten, och man erhåller på detta sätt ett ganska jämnt ljus. Man. kunde dessutom anbringa 8 lampor i en ledning, som förságs med elektricitet af en maskin på 4 hästkrafter. Men ljusutvecklingen blef ganska ringa, hvarför man afstod från användande af kaolin och ersatte detta med en blandning af lika442

Fra. 251.

delar svafvelsyrad kalk och svafvelsyrad baryt. Den smälter icke, utan förflyktas omedelbart i ljusbågen och bidrager sålunda till ljusintensitetens förökande; den är äfven lättare att anbringa vid kolen än hvad kao-linen är. Man gör bruk af en gipsform för att gjuta isoleringsämnet vid kolstängerna.

För att uppbära brännaren användes vanligen en fjädertång, hvars båda afdelningar äro isolerade från hvarandra, men man har äfven begagnat flera andra anordningar. Brännaren varar vanligen två timmar, hvarefter den får ersättas med en ny, om längre belysning erfordras. Man använder därför i en lampa flera brännare, hvilka kunna sättas i verksamhet den ena efter den andra.

Fig. 251 visar en dylik brännare. De båda kolstängerna hafva vanligen 4 mm. diameter och 25 till 30 cm. längd. De utskäras alltid ur samma stycke, på det att de må ega fullkomligt lika sammansättning. Isoleringsmassan, som sammanbinder dem, har 3 mm. bredd och 2 mm. tjocklek. Nedtill finnas två små metallrör af omkring 50 mm. längd, uppskurna efter en genera-tris. Kolstängerna ingå däruti 15 mm. Rörens ändamål är att försäkra kontakten mellan kolen och fjädertången, som fasthåller brännaren. De sammanhållas medelst ett stycke af en isolerings-massa med 4 cm. längd samt tillräcklig fasthet tör att kunna motstå tångens tryck. Där de båda isoleringsmassorna mötas, omgifvas de med ett band, formadt af en deg, förnämligast bestående af kiselsyradt kali. Kolstängernas öfre ändar äro slipade till spets och sedermera doppade i en blandning af tre delar kokspulver och två delar blyerts samt gummilösning. Härigenom får man den förening mellan båda kolspetsarne, som erfordras för att framkalla ljusbågen. Har denna en gång slocknat, kan den icke återställas, utan ombyte af brännare. Man har försökt att etter behag kunna utsläcka och tända bågen genom att inblanda metallspån i isoleringsämnet, men man har öfvergifvit detta förfaringssätt, enär därigenom kostnaden förökades och nyttan syntes tvifvelaktig.

Vanligen äro fyra brännare anbragta i en lampa. När den ena utbrunnit, sätter en vid lampans fot varande kommutator strömmen i stånd

att genomgå en annan brännare. Mera olika självverkande apparater äro för den skull konstruerade. Yissa af dem grunda sig därpå, att en vid fjädertången anbragt metalltråd åverkas af ljusbågen, när denna hunnit längs ned vid foten af kolstängerna, och när kolet förbrinner, utlöser den en fjäder, genom hvilken strömmen får tillfälle att gå till den nästa brännaren. En annan kommutator utgöres af en metallaxel och därpå fäst litet hjul äfven af metall, som nedstår i ett kärl med qvicksilfver, i hvilket strömmen inledes. På axeln sitta vingar i skrufform, hvilka kunna nedsänkas i andra kärl med qvicksilfver, stående i förbindelse med hvar sin brännare. Strömmen går genom hjulet, axeln och ringen för att antända brännaren. När denna torbrunnit, finner elektriciteten icke någon annan väg öppen för sig än en derivationsledning, hvars tråd är upplindad kring en elektromagnet. Dennes ankare attraheras då, hvarigenom axeln sättes i rörelse, så att en vinge nedsänkes i qvicksilfver, och strömmen går till nästa brännare. På detta sätt kan man hålla en elektrisk lampa i oafbruten verksamhet ända till 18 timmar, utan att man därunder behöfver taga någon befattning med henne. - En nyare anordning är väsentligt enklare. Samtliga brännarne i den nya lampan äro anbragta i derivation från hufvudledningen. En af trådarne ar härvid genom en metallring förenad med alla de yttre kolstängerna. Den andra tråden förenas med ett metallstycke, hvarifrån gå kopparfjädrar och blystänger till de inre kolstängerna. Mr strömmen slutes, går. den till en början genom den brännare, som gör minsta motstånd, och när denna nedbrunnit, smältes tillhörande blystång. Ledningen afbrytes här, och i stället går strömmen till den brännare, som nu utöfvar minsta motståndet o. s. v. Genom att gifva

mycket stort motstånd från 20,000 till 100,000 ohm hos antändaren, i stället för att förut blott 15 ohm användes, undvikes all oregelbundenhet vid antänd-ningen. Genom denna anordning förenklas brännaren och kolet kan bättre tillgodogöras.

Jablochkoffs brännare med 4 mm. kolspetsar lemnar 42 å 43 bec Carcel ljusintensitet, 42 volt potentialskilnad mellan polskrufvarne, erfordrar 8 till 9 ampere samt l hästkraft per lampa. Nämnda ljusintensitet är dock i horisontal riktning vinkelrätt mot brännarens plan. Den är mindre i andra riktningar. Yid försök häröfver visade det sig, att ljusstyrkan, uppmätt i horisontal riktning, framifrån eller från sidan, förhöll sig = 1: 0,57. Medelvärdet var 37,5 bec Carcel. Genom att använda en opalglaskupa blef ljusstyrkan reducerad till 57,5 proc. af den ursprungliga; ljusare glaskupor lemnade 67 å 75 proc. af ljusstyrkan. Uppmättes denna i 45° vinkel mot hori-444 ELEKTRISK BELYSNING.

sontalplanet, befanns ljusstyrkan endast 75 proc. af den i horisontal riktning bestämda.

Under några år innan de elektriska båglamporna blifvit så fulländade, som de numera äro, och innan glödlamporna uppfunnits, vann Jablochkoffs brännare vidsträckt tillämpning. Numera har den icke synnerlig betydelse, om den ock åtminstone i Frankrike ännu flerestädes begagnas.

335, Afarter af Jablochkoffs elektriska lampa. -

Det ligger nära till hands, att vid Jablochkoffs brännare aflägsna den mellan de båda kolstängerna anbragta isolerande massan och låta ljusbågen uppstå mellan kolspetsarne, utan hennes mellankomst. I själfva verket äro flera lampor efter denna princip konstruerade, och några af dem hafva till och med under någon tid funnit icke ringa tillämpning för belysning. Vi skola i största korthet omnämna dessa, äfvensom andra, hvilka synas vara härledda från Jablochkoffs uppfinning.

Wildes lampa innehåller två parallela kolstänger af 4 inm. diameter och på 3 mm. afstånd från hvarandra. De äro fästa nedtill i hvar sin metallstång, af hvilken den ena medgifver stångens böjning, så att den kommer i beröring med den andra. Denna ställning intages så snart icke någon ström genomgår lampan. Men när strömmen börjar, uppväcker den ljusbågen vid båda stängernas beröringspunkt, hvilket dock påkallar att den rörliga stången ställer sig upprätt, parallelt med den andra. Genom en vid brännarens fot varande elektromagnet sker detta, så snart strömmen slutes. Stängerna kunna gifvas ganska stor längd och i mån af behof höjas, så att lampan kan länge vara i verksamhet utan att behöfva rubbas.

Debruns lampa liknar i hufvudsaken Wildes, men skiljer sig därifrån genorn det sätt, på hvilket brännaren antändes. Kolstängerna bibehålla här ett oföränderligt läge. Strömmen slutes genom ett litet tvärstycke vid brännarens fot, hvarefter ljusbågen öfvergår till kolspetsarne.

Eapie/fs lampa utmärker sig genom två par kolspetsar, som äro stälda mot hvarandra i form af ett /\, till följd hvaraf man kan erhålla en ljusbåge af konstant längd mellan vinkel-spetsarne. Om man nämligen tänker sig två kolstänger lutande på angifvet sätt mot hvarandra och berörande hvarandra i en punkt, så kunna de hållas i detta läge genom sin egen tyngd, om de vid sin rörelse styras af små trissor. Förbrinna kolspetsarne, röra sig dock stängerna mot hvarandra, så att deras beröringspunkt bibehåller samma låge. Om nu två andra kolstänger ställas så, att äfven de bilda en vinkel, men omvänd,

så att det hela får utseendet: \9 kan äfven dessas berörings-SOL-LAMPAN. 445

punkt förblifva i samma läge, om man genom snören och mot-vigter för dem mot hvarandra. Ljusbågen bildas mellan de två nämnda punkterna, hvilkas afstånd är konstant under lampans normala verksamhet. Af bry tes strömmen, föras de båda beröringspunkterna mot hvarandra, till dess strömmen ånyo slutes.

Eapieffs lampa har i England vunnit användande. Särskildt må nämnas, att hon begagnats i den bekanta tidningen "Times" tryckeri.

Jamins lampa har likasom Wildes och Debruns parallela kolstänger utan isolerande mellanlag, men bågen alstras nedtill. För * att därstädes qvarhålla honom är rundt om kolstängerna en ram anbragt, hvilken är bildad af ett

antal trådar. Den elektriska strömmen genomlöper dessa, och genom den verkan, som han utöfvar på ljusbågen, föres denne till spet-sarne och förblifver därstädes. Dessutom bringas kolstängerna i en oscillerande rörelse, motsvarande vexelströmmarnes omkastning, så att de ömsevis med spetsarne beröra och ömsevis aflägsna sig från hvarandra. Härigenom kan ett större antal lampor anbringas efter hvarandra i samma ledning; 60 brän-nare kunna underhållas med 20 hästkrafter. Men ett obehagligt buller och stark vexling i ljusstyrkan göra denna lampa till en af de minst tillfredsställande.

Ignatiews lampa utgöres af en ihålig kolcylinder med 13 mm. diameter och 1,9 mm. godstjocklek, inneslutande en kölstång af 4,2 mm. diameter, isolerad med ett lager kaolin eller luft. Man kan här begagna likriktad ström med stången som negativ elektrod.

236* Sol-lainpan. - Man benämner så en af Clerc och Bureau i Belgien uppfunnen elektrisk lampa, hvilken på sätt och vis kan betraktas såsom en modifikation af Jablochkoffs. Fig. 252 visar dess anordning. Två kolstänger A och S af halfcylindrisk form äro stälda lutande, så att deras nedåt vända spetsar komma på något afstånd frän hvarandra De äro anbragta i två rännor, uttagna i ett litet stenblock F, af flera stycken och nedtill af marmor eller komprimerad magnesia, alltsammans omslutet med en gjutjärnsram, hvilken kan upphängas medelst en bygel M. Blocket är nedtill urhålkad t mellan de för kolspetsarne gjorda trånga öppningarna. Ljusbågen alstras därstädes och bringar en del af stenblocket i glödning. Kolstängerna nedsjunka till följd af sin egen tyngd, så att deras spetsar alltid komma ned till de nyssnämnda trånga öppningarna. Medelst stift, inskrufvade i kolstängerna, och rörliga ledningstrådar stå stängerna i ledande förbindelse med polskrufvarne, hvarigenom strömmen införes. Ljusutvecklingen härrör dels af bågen, dels af den mellan kol-446

FIG 252.

spetsarne glödande massan; den eger rum endast nedåt, så att lampan får vara högt anbragt. Tör att antända den har man en liten ränna i stenblocket, fyld med en af kolpulver bildad tråd. Lampan kan underhållas såväl med konstanta som med vexelströmmar. Ofta har man den omgifven med en lykta, hvars nedre del är en nära halfsferisk glaskupa. Flera lampor kunna anbringas efter hvarandra, men slocknar en, slockna äfven de öfriga. Ljusstyrkan hos en lampa kan variera mellan vida gränser, 30 och 1,000 bec Carcel. Försök gjqrda i Belgien af Béde m. fl. visa, att effekten per hästkraft kunde uppgå ända till 138 bec Carcel i den fördelaktigaste riktningen, då 4 hästkrafter användes för att drifva en lampa med 35 mm. bag-längd och 22 ampere strömstyrka, men den försvagades betydligt, om en svagare ström användes. Den var blott 37 bec Carcel i maximum, när strömstyrkan var 4,6 ampere.

Sol-lampans ljus är synnerligt jämnt och angenämt. Hon väckte vid utställningen i Paris stor uppmärksamhet och vann mycket erkännande. Men om bågen slocknar, kan lampan icke af sig själf ånyo komma i verksamhet.

Vi skola redogöra för en intressant tillämpning af sol-lampan, ehuru i en väsentligt förändrad form, sådan hon blifvit använd för belysningen af målningsgallerier, bibliotek m. m.r vid South Kensington museum i London. Här begagnades 40 lampor, hvardera med en ljusstyrka värderad till omkring 1,200 normalljus. Såsom motor användes en ångmaskin med 80 indikerade hästkrafter, och denna drifver fyra Grammes vexelström-maskiner jämte två G-rammes dynamomaskiner för konstant ström till de förras elektromagneter. Från hvardera af vexelström-maskinerna utgå två ledningar, af hvilka hvar och en förser fem lampor med elektricitet. Strömstyrkan i hvarje lampa är 8,5 ampere och potentialskilnaden 160 volt. Vexelström-maskinerna göra 1,000 hvarf och de öfriga maskinerna 1,550 hvarf i minuten.

Sol-lampan, sådan den vid nämnda museum blifvit använd, är i sin helhet afbildad i fig. 253, hvarjämte fig. 254 särskildt visar, huru brännaren med horisontala kolspetsar och marmorstycken är anordnad äfvensom huru antändningen sker. På

det att lampans betydande motstånd icke genast må införas i ledningen, får en del af strömmen, när antändningen verkställes, till en början genomgå två motståndsspiraler vid öfre delen af lampställningen. Dessutom finnes en mellan dem an-

Flö. 253.

bragt trådspiral, som genomgås af strömmen till lampan. Då ljuslågan alstras, upplyftes lampan till sistnämnda spiral, hvarvid ett gaffel formigt metallstycke höjes ur två qvicksilf v er-koppar, så att ledningen afbrytes till motståndsspiralerna. Strömmen går då endast genom lampan, så länge hon är i verksamhet,448 ELEKTRISK BELYSNING.

men när ljusbågen upphör, nedfaller ankaret och motstånds -spiralerna införas i ledningen.

Då man vill åter sä'ta lampan i verksamhet, upplyftes en till venster (se fig. 253) nedhängande liten- vigt, hvarvid en spiralfjäder sätter ett litet kugghjul och en kuggstång i rörelse. Härvid framskjutes en smal koltråd, som är anbragt längs medel-linien af den till venster varande ihåliga kolspetsen, tills den träffar den högra massiva kolspetsen (se fig. 254). Lampan

antändes härvid, och när vigten Öfverlemnas åt sig själf, spännes fjädern ånyo, dragande kuggstången och koltråden tillbaka. Ljusbågen utvecklas fullständigt under loppet af \ till l minut, under hvilken tid marmorstyckena, som omgifva kolen, småningom upphettas till glödning. För att koltråden blott sakta skall draga sig tillbaka begagnas därjämte en regulator med vinghjul.

Kolspetsarne, som genom spiralfjädrar skjutas mot hvarandra, hållas genom marmorstyckena på ständigt lika afstånd, så att ljusbågens längd förblifver oförändrad. Dels härigenom och dels genom att den mellanvarande glödande massan bidrager till belysningen blifver denna jämn och angenäm. Äfven om maskinens verkan är temligen ojämn kan lampans sken blifva stadigt. Därjämte har sol-lampan den fördel, att hon kan lysa under jämförelsevis lång tid - 15 å 16 timmar - utan att kolen behöfva förnyas. Men det är nödvändigt att marmorn eller den komprimerade magnesian ersattes tid efter annan.

En stor olägenhet hos denna lampa är, att den icke lemnar på långt när så stor ljusutveckling som med vertikala kolspetsar.

237» Kontakt-lampor» - Man gifver stundom denna benämning åt en klass lampor, hvilka bilda öfvergången till de egentliga glödlamporna. Den franske ingeniören Reynier uppfann år 1877 en lampa, vid hvilken en smal kolstång med sin spets berör ett massivt kolstycke, och ljuset uppkommer vid beröringspunkten samt genom glödning af en del utaf stången. Följande året uppfann en engelsman Werdermann en liknande lampa, men där stången var nederst och kolskifvan öfverst.

Vi afbilda i fig. 255 en dylik lampa efter Reyniers system med de af Napoli gjorda förbättringar. Den elektriska strömmen inkommer genom ett centralt metallrör, vid hvars nedre del ett slags tång m m' af koppar trycker mot kolstången.

FIG. 254.KONTAKT-LAMPOR.

449

FlG. 355.

Tångens käftar äro dock smalare än denna stång. Den ena käften mf är orörlig, den andra käften m kan däremot kring-vridas och hålles tryckt mot mf och den mellan båda varande kolstången genom en vigt P. Strömmen går då genom den nedanför tången varande delen af kolstången till en knapp J5, hvilken är af koppar, vidare genom hängarmen S till ett utanför det förutnämnda röret varande, därmed koncentriskt metallrör, isoleradt från det förra. Kolet blifver vid strömmens genomgång glödande mellan koppartången och S. I den mån det fortares, framskjutes det af vigten H, som glider i det inre röret, och hvars tryck utjämnas af en fjäder. Sedan kolet nästan helt och hållet iorbrunnit, och vigten H kommit till nedre delen af sitt lopp, träffar H en hake M, som af vigten

kringvrides, så att den kommer att beröra armen S. Strömmen kommer då att gå från det inre röret omedelbart genom S och till det yttre röret, utan att afbrytas, så att andra lampor, som äro i samma strömkrets, icke rubbas i sin verksamhet genom att en lampa slocknar, till följd af att dess kolstång utbrunnit.

Det sålunda erhållna ljusets intensitet motsvarar 5 å 20 bec Carcel, allt efter strömmens styrka och längden af den del af kolstången, som får glöda. Per hästkraft kan man införa 3 å 5 lampor i ledningen, lemnande 30 å 40 bec Carcel. Detta är

visserligen mindre än vid de förut beskrifna lamporna, men ljusets fördelning är vid de nu i fråga varande lamporna drifven ganska långt, så att man kan använda dessa för belysning af äfven smärre lokaler.

Joels lampa har en vertikal kolstång, som tryckes med öfre spetsen mot ett däröfver anbragt stycke af järn. Kolstångens höjning sker genom en vid snören löpande Öfver trissor fås t vigt, hvilken nedsjunker i ett mässingsrör. Kolstången fasthålles något under spetsen medelst en tång. När kolspetsens kontakt med järnet upphör, skulle ljusbågen bildas, men en i derivation anbragt elektromagnet vid tångens nedre del kommer då i verksamhet, hvarigenom tångens käftar öppnar och kolstången utskjutes. - Denna lampa erfordrar 35 ampere och 7 volt.

Kontaktlamporna lemna ett mycket jämnt och angenämt ljus, men de erfordra stor strömstyrka och således grofva ledningar. Numera äro de utträngda af glödlamporna, hvilka medgifva en fullständigare fördelning af ljuset.

238. Den elektriska energi, som erfordras för båglampor* - Om J betecknar strömstyrkan i ampere hos ljusbågen samt i hos den i shunt anbragta elektromagneten, P potentialskilnaden i volt mellan kolspetsarne, JR motståndet i ohm hos lampans hufvudledning, förutom ljusbågen, samt Rf motståndet hos shuntled ningen, så är den i watt eller volt-ampere uttryckta elektriska energi, som lampan tager i anspråk,

Härtill kommer den i yttre ledningen utvecklade energien, Vanligtvis användes för en elektrisk båglampa jämte därtill hörande ledning omkring l hästkraft, hvaraf erhålles omkring 45 bec Carcel eller något öfver 420 normal-ljus i medeltal åt alla sidor. Men visserligen använder man lampor såväl med mindre som med väsentligt större ljusintensitet och tagande i anspråk mindre eller större kraft. Så har t. ex. Cance en 4-ampéres-lampa för 20 bec Carcel, erfordrande J hk., och Jaspar en lampa (24 ampere, 70 volt) för 250 bec Carcel och 21 hk. Båglampor med långt större ljusintensitet användas äfven någon gång, såsom vi i det föregående antydt.

Till slut anföra vi några resultat af de undersökningar öfver båglampor samt för dem använda dynamo-maskiner, som gjordes vid den internationella helsovårdsutställningen i London 1884.

Potentialskilnad i volt. Strömstyrka i ampere. Belyst yta i engelska qv.-fot. Norm al -ljus per lampa. Normalljus per hästkraft.

En Brubs dynamo och. 22 lampor 1,100 9,2 13,800 800 1,300

En Bruhs dynamo och 40 lampor .... 2,000 8,17 45,000 800 1,500 i

En Siemens vexelström-maskin och 12 lampor . 290 10,5 Yttre belysninsf 500 1,460

Fyra Grammes vexelström-maskiner och 60 Jablochkoffs lampor. . . . 250 7 31,900 550 850

Ex. Under elektrieitetsutställningen i Paris 1881 saltes 40 Brushs lampor i verksamhet genom en dynamo, vid hvilken 29,96 hk. utvecklades vid induktorns axel. Maskinens motstånd var 22,38 ohm och ledningens motstånd utom lamporna 2,60 ohm. Strömstyrkan var 9,5 ampere, potentialskilnaden vid hvarje lampa 44,3 volt. Häraf

beräknas: den af hvardera lampan upptagna elektriska energien = 44,3 9,5 = 420,85

watt = 0,57 hk.; den af strömmen utom lamporna förbrukade energien = (22,58 + 2,60) 9,52

= 2,254,44 watt = 3,06 hk.;

den totala elektriska energien = 40-0,57 4-3,07 = 25,87 hk.; den totala elektromotoriska kraften = 9,5 . 24,98 + 40 . 44,3 = 2,009,3 volt,

samt

den mekaniska verkningsgraden = ^~ - = 86 procent.

AI/, 9 6

Ex. Vid en Siemens & Halskes differential-lampa var J = 9,7; i = 0,19 ampere; R = 0,284 (hvaraf den grofva trådspiralens motstånd = 0,07); R' = 2 35 ohm; P = 45 volt. Af de båda kolspetsarne, hvilkas diameter var 12 mm., fanns tillsammans en längd af 18 cm. i ledningen. Häraf erhålles s = 45 . 9,7 + 0,284 (9,7)2 + 235 . (0,19)2 = 471,7 watt, motsvarande 0,64 hästkrafter. Men härtill kommer den energi, som användes för öfvervinnande af ledningsmotståndet i trådarne mellan lampan och maskinen.

239. Milli g in s projektor. - Vid det elektriska båg-Ijusets användande för krigsbruk och inom flottan gör man ofta bruk af en af Mangin konstruerad apparat för att i en viss riktning koncentrera ljusstrålarne. Såsom bekant förefinnes stor svårighet att konstruera sferiska reflektorer, så att man undviker den sferiska aberrationen, hvilken härrör af den diver-gens hos ljusstrålarne, som uppkommer genom den utsträckning det lysande föremålet eger. Mangin har för den skull bildat en aplana-tisk spegel af kronglas, slipad konkavo-konvex med ytor af olika krökningsradier. Den konvexa sidan, som utgör spegelns botten, är försilfrad och är den reflekterande ytan. Eig. 256 lemnar begrepp om det sätt, hvarpå ljusets reflexion här försiggår. En från brännpunkten F utgången ljusstråle

FIG. 256.452

genomgår först den konkava ytan AS, brytes därefter och återkastas vid A'I? samt brytes och genomgår AB ånyo vid utgången. Man har afpassat brännvidden samt krökningsradierna på så sätt, att de båda refraktionernas verkningar nästan fullständigt upphäfva den sferiska aberrationens verkningar. Till följd häraf utgå samtliga strålarne från spegeln i en med dennas axel parallel riktning. Förhållandet blifver således detsamma som* om man hade en parabolisk spegel med en lysande punkt i brännpunkten.

Man kan föröka den vinkel, som de verksamma strålarne, hvilka utgå från ljuskällan, omfatta, genom att använda den i

fig. 257 antydda inrättningen. En litenkonkavo-konvex lins anbringas mellan ljuskällan och spegeln. Härigenom brytas ljusstrålarne, så att de blifva mindre divergerande, innan de träffa de reflekterande ytorna. Så t. ex. kan man vid en projektor med 90 cm. diameter tillgodogöra 100° i stället för 68° ampli-tud, som man utan lins skulle erhålla.

Beträffande pr oj ek törens anordning i öfrigt må anmärkas, att spegeln utgör ena basen till en cylinder, hvars andra bas är en plan glasskifva. Kolspetsarne och kolhållarne äro anbragta inuti cylindern, bildande vid pass 20° vinkel med lodlinien, under det att den öfriga delen af lampan finnes utom cylindern. Denna kan vridas kring en horisontal axel, så att på detta sätt man kan reglera den vinkel, den från projektören utgående Ijusknippan bildar mot horisontalplanet. Yid en apparat af nyss nämnda storlek användes en ström af 100 ampere och 60 volt. En ljusbåge af 1,000 bec Carcel fås sålunda, hvilken lemnar 2,000,000 bec Carcel, koncentrerade till en ljusknippa.

FIG. 257. Åttonde kapitlet.

Elektrisk belysning.

(Fortsättning.)

240. (ilödlampor. - Vi komma nu till den utan tvifvel vigtigaste uppfinningen inom den elektriska belysningens område, enär den möjliggör en fördelning af ljuset, lika långt drifven som då lysgas användes, och således äfven sätter elektriciteten i stånd att täfla med denna för tillfredsställande af den enskilda belysningens behof. Alla de förut beskrifna lamporna äro nämligen oanvändbara, då fråga är om så svaga ljuskällor, som äro tillräckliga för belysning af våra bostäder, för hvilka man blott behöfver hos lampan en intensitet, motsvarande några få vanliga ljus. Det tillkommer den berömde amerikanen Edison äran att först hafva till fullo löst det svåra problemet om det elektriska ljusets fördelning, om ock, enligt sakens natur, på ett sätt, som i ekonomiskt hänseende ännu icke uppfyller alla därvid fästa förhoppningar.

Likasom flera föregående uppfinnare, försökte Edison till en början att genom glödning af trådar af svårsmälta metaller, platina och platina-iridium-legeringar, erhålla elektrisk belysning. Det synes som om han själf trott sig på detta sätt hafva funnit problemets lösning, och man torde erinra sig den rörelse underrättelsen härom framkallade, då man trodde, att gaslysningens tid var förbi och att Edisons elektriska ljus skulle helt och hållet uttränga gasljuset. Misslyckandet af dessa sträfvanden nedslog dock icke hans mod, men de väckte däremot hos allmänheten en naturlig misstro mot hela saken, så att då det senare år 1880 förkunnades, att Edison genom glödning af en fin koltråd i lufttomt rum vunnit sitt mål, få personer i Europa torde hafva litat på denna uppgift.

Nära samtidigt med Edison, ehuru påverkade af dennes arbeten, hafva flera andra uppfinnare framträdt med glödlampor, hvilka i vissa hänseenden och oftast i hufvudsaken likna Edisons, ehuru med större eller mindre förändringar. Förnämligast må bland dessa uppfinnare nämnas engelsmannen Swan. Men de senare åren äro i flera länder åtskilliga förbättringar gjorda vid454

glödlampornas tillverkning och åtskilliga alldeles nya glödlamp-konstruktioner uppfunna, så att nu mera Edisons lampa har flera fullt likstälda medtäflare.

341. Edisons glödlampa. - Det af Edison uppfunna systemet för elektrisk belysning är af honom Utarbetadt till en hög grad af fulländning. Karakteristiskt för detsamma är, att de elektriska lamporna utgöras af små glaskärl, hvari en kol-tråd bringas till glödning genom den elektriska strömmen uti ett nära nog lufttomt rum. Vi skola till en början redogöra för den elektriska glödlampan i dess förnämsta olika former och sedermera för anordningen af ledningar, säkerhetsapparater m. m., som tillhöra systemet.

Edisons glödlampor, hvilkas utseende fig. 258 & 259 angifva, tillverkas i olika storlekar och med olika ljusstyrka. Man har

emellertid afpassat dem att kunna användas i samma ledning med ljusstyrka af 10, 13, 16, 20, 24, 32, 50, 100 och 150 normalljus. Dock är 16-ljus-lam-pan att anse som den normala, och glödlampor af mer än 50 ljus begagnas mycket sällan. I själfva verket är just möjligheten af en lika fullständig fördelning af ljuset genom glödlampor som med gaslågor en synnerligt stor fördel hos sådana lampor i jämförelse med båglampor, och hvilken åtminstone för den inre belysningen fullt ersätter de sistnämndas betydligt större ljuseffekt per hästkraft. Man skiljer mellan ^.-lampan, som erfordrar vid pass 100 volt, och ^-lampan för 50 volt potentialskilnad. - Man har äfven tillverkat Edison-lampor for 25 volt. Strömstyrkan för de äldre lamporna var omkring 0,8 ampere, och antalet watt per normalljus uppgick till mer än 4. Yid de nyare lamporna har man, enligt hvad som uppgifves, kunnat nedbringa strömstyrkan till vid pass 0,5 ampere och antalet watt till omkring 3.

FIG. 253. FIG. 259.EDISONS GLÖDLAMPA. 455

Följande tabell lemnar några uppgifter öfver de äldre vanligast använda typerna:

»Benämning. Ljusintensitet. Potentialskilnad. Strömstyrka. Motstånd iampor per (varmt). hästkraft.

A 32 ni. 90 å 115 volt 1,20 amp. 66,6 ohm 4

AT 16 » 90 å 110 » 0,75 » 135,0 » 8

AT 10 » 90 ä 110 » 0,55 » 181,8 » 10,8

B8 8 » 45 å 55 » 0,75 » 62,5 » 8,ie

^1C16 12 å 16» 23 å 28 » 1,60 » 15,7 » 14,3

B20 20 » 45 å 55 » 1,20 » 45,4 » 10,8

#10 10 » 45 å 55 » 0,60 » 83,3 » 20

För tillverkningen af Edisons glödlampor begagnas japanska bamburör, och följande metod har blifvit använd för dettas beredning. Materialet kommer till fabriken sönderskuret i form af stänger, 25 cm. långa, 4 mm. breda och l rnm. tjocka. Stängerna hyflas först, så att den hårdaste och jämnaste delen af 3 mm. bredd och 0,2 mm. tjocklek qvarstår. Häraf skäras nu spån med rektangulär tvärskärning 0,35 mm. breda och 0,2 mm. tjocka, men så att man vid ändarne låter på c:a en centimeters längd bredare stycken qvarstå. De uti en matris af nickel i hästskoform böjda Spånen upphettas till förkolning I en med kolpulver fyld kista, hvilken anbringas i en ugn. Sedermera inklämmas dess ändar i två platinatrådar *), som äro utplattade vid ändarne och insmälta i ett särskildt formadt glasrör på så sätt, att platinatrådarne äro från hvarandra isolerade. Eller ock har man trådarne blott vid midten af platina, men upptill och nedtill af en mindre dyrbar metall. För att försäkra kontakten mellan metall trådarne och kol tråden åstadkommes en galvanoplastisk utfällning af koppar vid föreningsställena. Glasröret fastsmältes i det päronformiga glaskärlet, ur hvilket luften utpumpas med tillhjälp af en efter Spren-gels princip konstruerad, af Edison modifierad qvicksilfverluft-pump. Flera hundra dylika pumpar äro i bruk i Edisons fabrik i Newyork, där flera tusen lampor per dag tillverkas. Under några timmar sker utpumpningen af en lampa och tid .efter annan ledes en elektrisk ström genom henne, så att koltråden upphettas till allt starkare glödning, men så att kolet får svalna på mellantiden. Denna upphettning genom strömmen är en vigtig omständighet vid glödlamp till verkningen, emedan koltråden först därigenom erhåller den varaktighet som påkallas, och man finner ock, att samma förfaringssätt blifvit användt af andra uppfinnare, huru olika de för öfrigt sökt lösa

*) Man använder platina, därför att denna metall har nära samma nt-vidgningskoefficient som glaset.

FIG. 260.

det svåra problemet. Lampan afsmältes från luftpumpen oc& förses med sockel, som tjänar till att inleda strömmen till pla-tinatrådarne och den böjda koltråden mellan dem och dels att kunna fastskrufva lampan vid sin hållare. Por den skull är sockeln bildad af två med trådarne förenade mässingsstycken, som fasthållas vid glaset och isoleras från hvarandra genom gips. Sockeln bildar en skruf, och hållaren, hvilken är permanent fast vid ledningen, utgör muttern. På detta sätt kan man lätt ombyta lampa, när koltråden förstörts. Lampans varaktighet garanteras till 600 belysningstimmar, men, såsom vi längre fram skola finna, beror den i hög grad på strömstyrkan. I själfva verket får man endast bedöma lampans varaktighet i samband med den ljusstyrka hon lemnar, hvilken återigen beror på strömstyrkan. En och samma lampa, insatt i olika ledningssystem, skulle lemna väsentligt olika resultat. Så t. ex. skulle en S-ljus-!?-lampa, insatt i stället för en 16-ljus-^L-lampa i ett för den sistnämnda afpassadt system, lemna en ljusstyrka af flera hundra normalljus, men blott ega några sekunders lif. Om däremot sistnämnda lampa infördes i det förras system, skulle hon blott glöda svagt, men under mycket lång tid.

Vid en del lamphållare har man en anordning (se fig. 259), liknande den man vid gaslågor begagnar för lampans släckning

och tandning, d. v. s. för ledningens afbrott och slutning. Men vanligen har man icke de särskilda lamporna oberoende af hvarandra, utan släckning och tandning eger rum för flera af dem gemensamt.

Hvarje lampa undersökes fotometrisk t, och man bestämmer vid hvilken potentialskilnad den önskade ljusstyrkan

erhålles. De nu omtalade glödlamporna anbringas alltid i derivation på sätt vi framdeles skola visa, men Edison tillverkar jämväl glödlampor, som äro afsedda att anbringas i följd efter hvarandra. Detta är de s. k. municipal-lamporna, hvilka användas* för belysning inom vidsträcktare områden, såsom erfordras för

den allmänna belysningen i städer. I detta fall har man maskiner med hög elektromotorisk kraft, nämligen 1,000 volt, och man anbringar antingen 20 stycken 32-ljus-lampor, 40 stycken 16-ljus-lampor, 27 stycken 24-ljus-lampor eller 64 stycken 10-Ijus-lampor i följd. Dessa lampor hafva gröfre koltrådar samt längre varaktighet än de för privatbelysningen afsedda lamporna. Hvarje lampa inskrufvas i en hållare, hvilken skyddas från regn genom en metallhuf. Fig. 260 visar, huru en dylik lampa fästes vid en från en vanlig gaslyktstolpe uppstående böjd arm. I öfre delen af denna är fastsatt en apparat, som för strömmen förbi lampan, om dennas koltråd skulle brista. Vid stationen finnes en ampéremeter, som angifver, när någon lampa brustit och strömmen således föres förbi henne, hvarvid motståndet förminskats och strömstyrkan något förökats.

För lampor med stor ljusintensitet användes äfven andra former än den i fig. 258 afbildade. Man har då antingen flera parallela koltrådar i samma lampa eller ock koltråden böjd i spiral.

FIG. 261.

342. Swans lampa. -

Nära samtidigt med Edison och i vissa hänseenden oberoende af honom löste den engelske ingeniören Swan problemet om glod-lampbelysningen. Swans lampa skiljer sig från Edisons förnämligast genom det sätt, hvarpå koltråden tillverkas. Såsom material begagnas här en bomullsveke, hvilken först behandlas genom ned-sänkning i en blandning af två delar svafvelsyra med en del vatten och sedan tvättas i rent vatten. Härigenom förändras bomullens fibrösa beskaffenhet, och tråden blifver efter torkningen jämn och genomskinlig. Tråden får vidare passera genom en dragskifva, så att dess tvärskärning blifver lika öfver allt med undantag för ändarna, hvilka göras betydligt tjockare än den öfriga delen. "Den lindas därefter på stänger af kol eller lera för att gifvas den önskade formen, vanligen med en ögla. Sedan sker förkol-ningen i deglar, fylda med träkolpulver. Koltrådens ändar förenas med platinatrådar samt fästas vid ett glasstycke, och alltsammans införes i glaskärlet, som har sferisk förrn men

med en trattformig tillsats. För den skull afskäres kärlet vid det ställe, där platinatrådarne skola genomgå detsamma, efter en cirkel; kolet och trådarne införas, hvarefter den afskurna delen tillsmältes. Med tillhjälp af qvicksilfverluftpumpen utpumpas luften och därjämte föres en elektrisk ström genom lampan, som drifver koltråden till något högre grad af glödning än hvad som bör i fråga komma vid dess begagnande. Slutligen tillsmältes lampan.

Fig. 261 visar en form af Swans lampa jämte hållaren. d, d äro de koltråden uppbärande båda platinatrådarne, Jc ett ebonitstycke med skrufven s för lampans fastskrufvande vid en -arm, s±, S2 polskrufvarne, som stå i förbindelse med två små från armen utskjutande platinahakar, hvilka icke synas å afbildningen, samt af en vid armen fäst spiralfjäder f. Öglorna till platinatrådarne sättas öfver hakarne, hvarvid spiralfjädern fioptryckes kring lampans hals. Härigenom fästes lampan säkert, men med en viss grad af böjlighet, hvarjämte det elektriska kontaktet blifver pålitligt.

Vi anföra följande uppgifter öfver denna glödlampa:

' Lampans ljusstyrka i i normalljus Strömstyrkan i ampere. Potentialskilnad i volt. Antal watt per normalljus. i Antal normalljus ' per hästkraft. 1 l

16 j 0,62 j 98 3,74 199 !

l » j 0,726 78 3,5 213 :

i 18 j 0,63 100 3,5 213 :

0,75 80 3,3 226 j

| 20 0,65 102 3,32 225 \

i 0;76 82 | 3,i j 240 j

243. Åtskilliga andra glödlampor. - Utom de båda nu omtalade glödlamporna gifves det ett stort antal andra lamp-konstruktioner, där ljuset alstras genom glödning af en kol-tråd, men som i vissa hänseenden äro från dem skiljaktiga. Yi skola taga en öfverblick af de förnämsta bland dem, hvarvid vi likväl vilja anmärka, att glödlamporna både i afseende å form och tillverkning ofta modifieras, äfven vid en och samma fabrik, hvarjämte tillverkningssättet ofta hemlighålles.

Maxims lampa (se fig. 262) har koltråden i form af ett M. Denna tråd erhålles genom kolning af en utskuren remsa papp af 0,14 mm, tjocklek, 0,25 mm. bredd och vid pass 140 mm längd. Efter dess insättning i en glasflaska behandlas den på ungefiär samma sätt som Edisons lampa, men med den skilnad, att efter luftutpumpningen införes under vid pass 20 mm. tryck ångan af någon lätt flyktig kolväteförening. När den

elektriska strömmen sedermera ledes genom koltråden, och denna härvid bringas till allt starkare glödning, utfälles kol vid trådens yta och företrädesvis vid de ställen, där glödningen sker starkast, således vid de tunnaste delarne. Härigenom utjämnas koltråden på samma gång dess styrka och varaktighet förökas. I själfva verket har den amerikanska fabriken garanterat lampans varaktighet till 800 timmar. Ledningen från koltråden sker med tillhjälp af platinatrådar med öglor och hakar, och kontakten försäkras genom en spiralfjäder ungefär såsom vid Swans lampa. Hållare af ebonit och nysilfver användes.

Lane-Fox-lampan, äfven benämnd Victorialampan, liknar till utseendet temligen nära Edisons lampa. Såsom material för koltråden begagnas växtfibrer, som först behandlas med soda eller pottaskelösning, därefter lindas kring en form af grafit och slutligen upphettas till hvitglödning i en degel af samma ämne, omgifven med träkolspulver. Den så erhållna koltråden behandlas med en kolväteförening på väsentligen samma sätt som vid Maxims lampa, men innan trådens insättning i glaskulan, och i ett särskildt kärl. Trådarne sorteras efter tjockleken; de gröfre begagnas för 30- och 60-1 jus-lampor, de finare för 10-och 20-ljuslampor. De insättas i dessa, och luften pumpas ur glaskärlen med en apparat, som har någon likhet med Töplers cjvicksilfverluftpump. Koltrådens ändar förenas med smala genomborrade kolcylindrar, som återigen medelst platinatrådar och rör, fylda med qvicksilfver, sättas i förbindelse med ett par koppartrådar, hvilkas Öfre ändar äro böjda som öglor, motsvarande hakar i lamphållaren. Trådarne och rören hållas i sina lägen genom bomull och med ett gipslager, hvilket tillsluter glaskärlet.

Woodhouse och Raivsons lampa, som i England mycket användes, har ett tunt band af kol i stället för en tråd. Materialet härför uppgifves vara bomull, och vid tillverkningen utfålies kol ur en kolväteförening likasom vid de båda sistnämnda lamporna. Monteringen verkställes med tillhjälp af ett särskildt ämne, vitrit, hvars sammansättning hålles hemlig.

Westons lampa har en koltråd, bildad af bomullskrut. Detta förvandlas fördenskull genom behandling med en blandning af alkohol och eter till kollodium, formas i mycket tunna blad och beröfvas slutligen fullständigt sin brännbarhet. Det så erhållna materialet är nära homogent. Genom utvalsning

FIG. 26-\

mellan valsar, utpressning medelst formar samt förkolning på vanligt sätt, får man däraf en vågformig koltråd,

hvars specifika ledningsmotstånd är större än vid andra lampkonstruktioner. Därjämte liknar denna tråd en stålfjäder i elasticitet, och dess yta är särdeles jämn. Man har därför ock vid flera andra glödlampfabriker börjat använda samma material. Vid dess ändar äro breda remsor qvarlemnade och vid dessa anbringas platinatrådar. Anmärkningsvärdt är vidare, att Weston tillverkar lampor af ovanligt stor ljusintensitet, ända till 600 ljus. För gatubelysning använder han 125-ljus-lampor, som anbringas i serier med fyra lampor i hvardera samt försedda med ett kompensationsmotstånd i hållarens öfre del. I händelse af lampans utsläckning kommer detta motstånd i stället i ledningen. Två dylika lampor erfordra en hästkraft och hvarje lampa 160 volt och 2,3 ampere.

Sernsteins lampa har i motsats till den sistnämnda ett temligen litet motstånd, blott några få ohm. I stället för den fina koltråden användes här ett rör, som bildas af kokongtrådar eller af papper och förkolas. Vanligen är detta rör rätlinigt Det anbringas horisontalt mellan två metalltrådar i en glaskupa, ur hvilken luften pumpas. Vissa af dessa lampor erfordra 10 ampere vid 7 eller 14 volt potentialskilnad för 18 eller 50 normalljus. De anbringas i serie. På det att, då en af dem slocknar, icke äfven de öfriga skola slockna, är så anordnadt, att vid kolstångens bristning de båda metalltrådarne komma i kontakt med hvarandra, så att lampan kortslutes.

Cruto-lampan är af intresse genom det sätt, hvarpå koltråden beredes. En platinatråd af 0,oi mm. diameter afskäres i passande längd och böjes i hästskoform, hvarefter den insattes i ett långt glaskärl, innehållande ren oljebildande gas. En elektrisk ström föres genom platinatråden, hvilken därigenom upphettas till glödning. Kolet i gasen utfälles då på tråden, hvars tvärskärning förstoras. För att erhålla en jämn utfällning ställes trådens plan vinkelrätt mot den jordmagnetiska kraftens riktning, hvarjämte mot slutet af operationen strömmens riktning omkastas. Äfven föreningen mellan koltrådens ändar och de såsom poltrådar tjänande platinatrådarna, hvilkas ändar äro formade som fina rör för koltrådens upptagande, verkställes på samma sätt. Såsom vanligt anbringas kolet i ett glaskärl, ur hvilket luften pumpas. Lampor af 4 till 100 normalljus förfärdigas. De förstnämnda erfordra 5 volt och 2,8 ampere; de sistnämnda 100 volt och 2,25 ampere. Lampor från 12 till 50 ljus taga 50 volt i anspråk. De begagnas förnämligast i Italien och Frankrike.

Gérards lampa. Denna, som ganska mycket användes i Frankrike, har en koltråd, hvilken tillverkas af pulveriserad

FIG. 263.

FIG. 264.

koks, blandad med en gummilösning. Den så erhållna degen komprimeras starkt och pressas genom en dragskifva. Två räta koltrådar förenas i lampan, så att de upptill bilda en spetsig vinkel. Glaskärlet, hvaruti de inneslutas och som göres nära lufttomt, afsmalnar uppåt. De vanligast begagnade typerna hafva en ljusstyrka mellan 8 och 32 normalljus, motsvarande 7 till 33 volt och 2,1 till 2,5 ampere samt 8,1 till 13,2 ohm (varmt) motstånd. Siemens och Halskes lampa, som i Sverige vunnit mycket användande, har det utseende fig. 263 visar. Koltråden beredes af cellulosa, som forkolas och hvarpå sedermera kol

utfälles ur en kolväte-förening. Strömmen ledes till koltråden medelst insmälta platina-trådar, hvilka äro vid ändarne lindade i spiral. Genom spiralens sträfvan att sammandraga sig, fastklämmas trådarne. Kontakten försäkras genom galvanoplastisk utfällning af koppar. Lampan tillverkas i flera olika typer mellan 5 och 500 normalljus och från 25 till 150 volt potentialskilnad för parallelkoppling. Men äfven serielampor tillverkas för 20 till 100 normalljus och 5 till 20 volt. A.-E.-G.-glödlampan från Allgemeine Elektricitäts-Gesell-schaft i Berlin, hvilket bolag årligen tillverkar omkring en million lampor, är en af de förnämsta i sitt slag och tillverkas i flera olika former från 4 till 100 normalljus. Tig. 264 visar en af de vanligaste typerna för dessa lampor, men ofta likna de till utseendet Edison-lamporna, och lampor för mindre ljusintensitet gifves stundom form af ett profrör. Följande tabell innehåller de vigtigaste uppgifter öfver dem.

Ljusstyrka i ni ...... 4 6 6 5 8 10 1 10 16 16 j 16 20 20 20 25 25 25 i 1 ! 32 32 j 3'2 i 50 '100 Potential-akiln. i volt 20 | 35 15 100 50 65 100 1 50 j 65 100 50 65 100 50 65 100 50 65 100' 100 100

Strömstyrka i ampere. . 0,70 0,57 1,04 0,20 0,5 1 0,48 0,33 l,o|o,77 0,5 1,24 0,950,61 l,56Jl,20 0,78 2,o 1,54 1,OJ 1,4512,8

Energi i watt j 14 20 1 15,6 j 20 (25 31 33 50 1 50 | 50 62 | 62 | 62 j 78 i 78 78 100) 100 1 100 i 1451280 Watt per ni. 3,5 l 3,3 | 2,6 i 4 |3,1| 3,1 i 3,3 |3,1| 3,1 j 3,1| 3,1 | 3,1 | 3,1 3,1 | 3,1 13,1 |3,l| 3,ll3,li2,9 2,8 Koltråden beredes af kollodium. Denna lampa användes ganska mycket i Sverige.462 ELEKTRISK BELYSNING.

De Khotinsky-lampan tillverkas i Rotterdam och i Geln-hausen i Tyskland i olika storlekar från 5 till 300 normalljus. Den minsta lampan är afsedd för 4 till 50 volt och den största från 100 till 200 volt potentialskilnad. Denna lampa har vunnit anseende för varaktighet och god ljuseffekt. Materialet för koltråden är kollodium.

" Suribeam"-lampan är en för stor ljusintensitet afsedd lampa, som i England vunnit användande. Den är afsedd för en ljusstyrka från 200 till 1,500 normalljus.

För öfrigt tillverkas glödlampor af ett stort antal olika fabriker och efter olika system, t. ex. Thomson-Houston, Seel, Heisler in. fl.

244. Svenska glödlampor. - Äfven i Sverige har tillverkningen af glödlampor hunnit en hög grad af fulländning, förnämligast genom ingeniör H. W. Stréhlenert. Denne anlade för några ~~ år sedan en fabrik för glödlampor i Södertelje, hvilken sedermera flyttats till Stockholm samt betydligt utvidgats och gifvits namn af svenska glödlampfabriken. Vi skola här något närmare redogöra för det vid denna fabrik använda tillverkningssättet. Såsom material för koltråden begagnas likasom vid Edisons lampa det japanska bamburörets fibrer*), men beredningen däraf är här i vissa hänseenden olika för att kunna erhålla större ljuseffekt per hästkraft. Formen hos lampan (fig. 265) liknar äfven den hos Edison-lampan. Det yttre kiselartade skalet och den mjukare inre delen af bamburören aflägsnas, hvarefter den återstående delen af röret vanligen eger fullkomligt parallela fibrer och i öfrigt företer en synnerlig jämnhet. Sedan trådarne blifvit formade i dragskifvor med rund tvärskärning till passande dimensioner, sker bränningen. För den skull upplindas trådarne på kolstänger, som äro uppsatta på kolplattor, till den blifvande formen, hvarefter de inbäddar i grafitpulver och brännas i täckta deglar i närvaro af ett flytande kolväte, för att hindra kolens syrsättning under bränningen. Härefter verkställes koltrådarnes preparering. Genom denna blifver kolet fastare och dess yta hårdare, möj-

*) Det bör dock anmärkas, att man vid fabriken förbereder öfvergången till kollodium såsom material.

FIG. 265.SVENSKA GLÖDLAMPOR. 463

ligen förekommande ojämnheter utjämnas och ledningsförmågan ökas. Man kan genom prepareringen begagna mindre tvär-skärningsarea hos tråden, hvarför ock lampan blifver mer ekonomisk. Prepareringen sker såsom vanligt genom utfällning af kol ur en kolväteförening, hvari koltrådarne få glöda under strömmens inverkan. Kolet utfälles tills det bestämda motståndet erhållits. Man insätter koltråden för prepareringen i ett stort kärl, som fylles med renad lysgas eller benzinångor. En elektrisk ström föres då genom tråden, som härvid blifver glödande. Tid efter annan af bry tes strömmen, och med tillhjälp af reostat och spegelgalvanometer med genomskinlig skala bestämmes motståndet, och detta upprepas, tills passande värde därför erhållits. Den preparerade koltråden införes i sitt gla& samt fästes där vid metalltrådarne, och kontakten försäkras med utfällning af kol, som vid strömmens genomgång afsattes ur en olja. Luften utpumpas ur lampan, under det att strömmen föres genom koltråden. Härvid användes Sprengels qvicksilfver-luftpump. Flera hundra sådana pumpar äro stälda i rader bredvid hvarandra i samma rum. Qvicksilfret ledes genom ett system järnrör till pumparne och återledes genom ett annat under varande rör. Med en Archimedes skruf upptryckes qvicksilfret ånyo. Lamporna äro under denna operation insatta i glaskärl, som upphettas med små gaslågor. En lampa kan på detta sätt göras färdig på ganska kort tid.

Den färdiga lampan undersökes i afseende å den potentialskilnad, som motsvarar den bestämda ljusstyrkan. Detta sker medelst en normal-glödlampa och Bunsens fotometer. När den undersökta lampan uttages, kommer en annan i ledningen, så att motståndet ej mycket förändras. Potentialen bestämmes med Cardews voltmeter.

Ingeniör Strehlenert använder jämväl en annan undersökningsmetod, som är af stort intresse. Lampan anbringas

nämligen med glaset mellan tvä konkava metallstycken, hvilka förenas med en induktionsapparats poler. Hos en dålig, d. v. s. föga varaktig, lampa, visar sig härvid ett starkt skimmer, men detta är mycket svagt vid goda lampor. Strömmen genomgår härvid glaset i lampan.

Svenska glödlampfabriken har en betydlig tillverkning, hvaraf en stor del afsattes i utlandet, i synnerhet Frankrike.

Ännu två andra, men mindre glödlampfabriker finnas i Sverige, nämligen "Svea" vid Sundbyberg, nära Stockholm,, och W. Wiklunds fabrik i Stockholm. Vid den sistnämnda tillverkas glödlampor, hvilkas koltråd är bildad af bamburör och stödes af en ståltråd, som går efter lampans medellinie.

245. Ljusfördelningen vid glödlampor. - Äfven vid glödlampor är ljusets fördelning vid en bestämd strömstyrka464

väsentligt olika vid olika sidor, allt efter formen hos koltrådeuu Den beteckning af 8, 10, 16, 25 ... ljus-lampa, som uppgifves, torde i allmänhet vara med hänsyn till den riktning, efter hvilken ljusintensiteten är störst, men borde utan tvifvel vara bestämd efter medeltalet åt olika sidor, en bestämning, som dock är förenad med icke ringa svårigheter. Hvad särskildt Edisons lampa angår, uppgifves dess intensitet vara bestämd efter en horisontal riktning, bildande 45° vinkel mot koltrådens plan.

Vi anföra här några resultat af de vid utställningen i Munchen anstälda försök öfver ljusfördelningen åt olika sidor. Fig. 266 angifver grafiskt för Edison-A-larapan relativa ljusstyrkan i ett horisontalplan och ett vertikalplan genom koltråden. Ben till venster varande kurvan visar, huru ljusstyrkan är fördelad i horisontalplanet, hvarvid linien O-180 motsvarar en mot koltrådens plan vinkelrät samt linien 90-270 en i detta plan liggande horisontal linie. Däremot visar den till höger varande figuren ljusstyrkan i olika riktningar genom nämnda vertikalplan. Man ser häraf, att i horisontalplanet är Ijnsstyrkan temligen nära lika åt alla sidor, ehuru den visserligen är något större i riktningen af koltrådens plan än i en däremot vinkelrät riktning, hvilken skilnad beror på, att koltråden vid Edisons lampa har rektangelformig tvärskärning med största dimensionen vinkelrät mot nämnda plan. I vertikalplanet är väsentlig olikhet hos ljusstyrkan i olika riktningar. Yid andra lampor blifver formen hos ytan och kurvorna, som angifva ljusfördelningen, ganska olika. Eör att kunna bedöma lampans ljusstyrka

FlG. 266.

i medeltal åt alla riktningar på grund af en bestämning i en mot trådens plan vinkelrät riktning, kan man multiplicera den sistnämnda mätningens resultat med en koefficient, som är olika för de särskilda lampkonstruktionerna. Sålunda befanns den vara för

Edisons A-lampa . . . . . 0,97.

» B- » .....1,05.

Maxims lampa.......0,59.

Swans » ....0,83.

Crutos » ....0,77.

Siemens »...... . 0,97.

Dessa värden få dock endast anses gälla för de undersökta lamporna och kunna i icke ringa grad variera från en lampa till en annan.

346. Den rid glödlampor erforderliga elektriska energiem - Vi skola nu redogöra för åtskilliga undersökningar öfver den elektriska energi, som erfordras för att underhålla en glödlampa.

Af de vid elektricitets-utställningen i Wien gjorda undersökningar öfver glödlampor anföra vi de försök, som där

gjordes att bestämma antalet normalljus, som erhålles per elektrisk hästkraft. För fem Edisons 16-ljus-lampor fann man värden från 185 till 221 ljus, för tolf Swans 10- och 16-ljus-lampor från 167 till 256 ljus, för tio Lane-Fox 16-ljus-lampor 211 å 301 ljus, för tre Orutos 16-ljus lampor 156 å 190 ljus, för fem Bernsteins lampor 207 å 286 ljus per hästkraft o. s. v. Men såsom vi förut antydt kan man icke af sådana uppgifter draga några bestämda slutsatser öfver de olika lampornas relativa Tärde, emedan man med samma lampa erhåller så mycket större ljuseffekt per hästkraft, men så mycket mindre varaktighet ju större potentialskilnad och strömstyrka och således ju lifligare glödning och större absolut ljusstyrka som begagnas. Vi anföra i detta afseende följande tabell, som visar, huru vid Edison-lampor lampans lif förkortas för högre absolut ljusstyrka.

Antal Lampans lif i timmar.

normalljus. 10-ljus-lampor . j 16-ljus-lampor .

8 ! 2,620 -

9 1,470 ! -

10 i 1,000 j 5,550

11 j 714 3,963

12 | 512 ! 2,857 ' 14 l 294 ! 1,628 16 179 ! 1,000 18 118 | 651 20 80 i 443

24 | - i - 228 j

30 i - i 163 l

Bet är emellertid otvifvelaktigt, att man genom förbättringar i lampornas konstruktion har lyckats att med oförändrad varaktighet hos dem betydligt höja deras ljuseffekt per hästkraft, och det är att vänta ytterligare förbättringar i detta hänseende, hvarigenom kostnaden för den elektriska belysningen skulle förminskas. Ett vigtigt framsteg i denna riktning är den nu mera vid flera glödlampfabriker begagnade utfällningen af kol ur en koltråden omgifvande kolväteförening i gasformigt eller flytande tillstånd. Genom denna behandling blifver såväl tråden mer homogen och varaktig som ock dess ytas strålningsförmåga ökas. Lampan kan ock lättare justeras, så att dess motstånd erhåller ett bestämdt värde. I Siemens & Halskes fabrik i Eerlin äro ganska vidsträckta försök gjorda, som ådagalägga detta inflytande på det tydligaste sätt. Vi anföra exempelvis följande försöksresultat med 16-ljus-lampor.

Lampor med vanlig koltråd.

Antal lystimmar. Potentialskilnad i volt. Strömstyrka i ampere. Ljusstyrka i normal-ljus. Antal normalljus per hästkraft. Antal watt per norm al-ljus.

l

O 96 0,7io 19,9 215 3,4

100 » 0,674 j 15,7 178 4,7

300 » 0,654 i 13,8 160 4,5

500 » 0,636 12,9 155 4,8 l

800 » 0,630 10,o | 134 | 6,0 j

Efter 650 timmar återstodo sju af de tio försökslamporna under det tre-brustit.

Lampor med preparerad tråd.

Antal lystimmar. Potentialskilnad i volt. Strömstyrka i ampere. Ljusstyrka i normalljus. Antal normalljus per hästkraft. Antal watt per normal -ljus.

l

O j 96 0,550 17,5 244 j 3, o

100 | » 0,550 17,5 244 | 3,o |

300 j » 0,544 17,o l 239 j 3,i j

500 ! » 0,540 15,9 ! 225 j 3,3 j

800 j »' ; | 0,528 j 14,5 j 213 j 3,5 !

Alla de undersökta tio lamporna uthärdade detta prof.

Af de gjorda försöken kan man draga den slutsats, att väsentligt mera ljus kan med en bestämd förbrukning af elektrisk energi erhållas af glödlampor, där koltråden blifvit be-

handlad med kolväte, än af dylika lampor, som icke undergått sådan behandling. Därjämte bibehålla sig lampor med preparerad koltråd längre tid med oförändrad eller åtminstone föga aftagande ljusutstrålning.

En annan omständighet, som utöfvar väsentligt inflytande på den elektriska energi, hvilken erfordras för en glödlampa, är den tid lampan varit i verksamhet. Flera försök hafva visat, att en lampa, som till en början tagit blott 3 å 4 watt i anspråk per normalljus, efter flera hundra timmars användande erfordrar 4 å 6 samt t. o. m. ännu flera watt. Sålunda fann Pierce i Norra Amerika vid försök med 94 lampor af de olika därstädes mest begagnade typerna, att t. ex. en lampa, som ursprungligen endast behöft 3,2 watt, efter 900 timmar påkallar icke mindre än 5,5 å 6,9 watt. Enligt dessa undersökningar skulle förhöjningen i den erforderliga energien vara så mycket större, ju bättre resultat lampan till en början visat, d. v. s. ju lägre watt-antalet varit. Denna uppgift bestrides likväl från andra sidor. Men det är emellertid otvifvelaktigt, att en lampa för samma ljusstyrka tager i anspråk större potentialskilnad ju längre den tjänstgjort. Detta står i samband med en småningom inträdande förhöjning i koltrådens ledningsmotstånd, beroende på en förändring i kolets molekylära beskaffenhet under strömmens inflytande.

Beträffande den inverkan, som användandet af likriktad ström eller vexelström utöfvar på den för samma ljusstyrka behöfliga elektriska energien hos glödlampor, torde icke någon märkbar skilnad i detta hänseende förefinnas, så vidt man kan döma af hittills gjorda undersökningar.

24V. Varaktigheten hos glödlampor. - Vi hafva redan funnit, att det antal timmar en glödlampa kan vara i verksamhet, innan dess koltråd brister, beror på flera omständigheter. Sålunda är materialets beskaffenhet af stor betydelse, hvarjämte kolets preparering i hög grad ökar varaktigheten (§ 246). Ju högre potentialskilnaden mellan polskrufvarne är, och således ju starkare strömstyrkan och ljusstyrkan blifva, dess förr brister tråden, och det uppgifves, att för vissa lampor lifslängden varierar så hastigt som i omvända förhållandet till potentialens 25:e potens.

I samband därmed blifver äfven lampans lifslängd förkortad, när man med användande af ökad potential söker att erhålla större ljusutveckling med uppoffring af en viss mängd elektrisk energi. Så t. ex. fann P. Simon följande resultat vid ett slag icke närmare angiftia glödlampor:

Lampans lifslängd. Watt per normalljus.

130 timmar............2

300 » 2,6

600 Ä 3

1,000 » 3j5

1,500 »............ . 4.

Fig\ 267 visar grafiskt resultaten af de försök Edison-bolaget låtit anställa öfver sambandet mellan lampans lifslängd och antalet watt per normalljus.

FIG. 267.

16000. 15000 \

ftOOO. 13000- \

ieooo. 11000. 10000. < \

9000. 8000- \

.7-000. 6000. 5000 $000 \ \

\

2000. JOOO. v "^-, >-o - "

3,5

I.»

watt,

En annan omständighet, som är af stort inflytande, är luftförtunningen i glaskärlet. För att erhålla en god effekt i afseende å ljusutvecklingen, erfordras att trycket i lampan icke öfverstiger J^ mm. qvicksilfverpelare. Man kan bedöma, huruvida den behöfliga luftförtunningen blifvit uppnådd, däraf, att i så fall en blå ljusglob visar sig kring den positiva änden af koltråden; detta inträffar icke förr än när trycket i lampan nedgått till vid pass Tgö- mm. Men lampans varaktighet ökas väsentligt i samma mån ett fullständigare vacuum erhålles. Man har sålunda funnit, att glödlampor, afsedda för 52 volt, men som fått verka vid 55 volt, kunnat uthärda 888 till 2,755 timmar, när man användt vid förtunningen Berrenbergs qvicksilfver-luftpump, hvilken lemnar ett nästan fullständigt tomrum. Ett annat försök med sådana lampor är ännu mera öfvertygande.

Två 52 volts 16-ljus-lampor utsattes för 110 volt, således för mer än dubbla potentialen, och lemnade där nära 750 ljus. Den ena af dem uthärdade 45 och den andra 75 minuter. Andra med vanlig qvieksilfverluftpuinp tillverkade glödlampor förstördes genast, när de utsattes för detta hårda prof.

En vigtig fråga är det inflytande strömmens beskaffenhet utöfvar. Erfarenheten har i detta hänseende visat, att en glödlampas varaktighet väsentligt förminskas, om den för densamma använda strömmen är ojämn, något som ingalunda är ovanligt vid belysningsanläggningar. Strömmens förändringar förorsaka motsvarande vexlingar i koltrådens temperatur, till följd hvaraf sammanhanget mellan kolpartiklarne försvagas. Man skulle häraf lätt kunna draga den slutsatsen, att användandet af vexelström i stället för likriktad ström försvagar lampan. Men detta synes ingalunda vara händelsen; snarare synes det framgå af försöken, att vexelströmmen skulle mindre skadligt inverka på koltråden än den likriktade strömmen. Ett vigtigt vilkor för lampans varaktighet är dock, att den verksamma potentialskilnaden hålles konstant. Men det har, åtminstone vid de äldre anläggningarna med vexelström-maskiner, visat sig svårt att uppfylla det vilkor, och skulle spänningen ofta betydligt variera vore detta till väsentlig olägenhet i detta hänseende. De hvarandra motsägande uppgifter, som blifvit lemnade rörande inverkan af likriktad eller vexelström på glödlampor, torde häraf finna sin förklaring.

248. Sambandet mellan strömstyrkan och ljus-styrkan vid en glödlampa. - Man har anställt åtskilliga undersökningar för att utröna, huru vid en glödlampa ljusstyrkan ökas, när strömstyrkan växer. Vi hafva redan (§ 215) anfört Lucas försök och därvid funna resultat, men de anstäldes vid temperaturer, som i allmänhet voro vida högre än dem man kan använda vid glödlampor. Yid dessa kan man nämligen icke under normala förhållanden göra bruk af starkare strömmar än sådana, hvilka lemna' under 1,500°, ty i annat fall skulle koltråden

öfveransträngas. Men det framgår af dessa försök, att om man kunde använda trådar, så beskaffade, att de medgåfve högre temperaturer, detta skulle väsentligt bidraga till att på ett fördelaktigare sätt än hvad hittills varit möjligt tillgodogöra den elektriska energien för belysning. Lucas undersökningar visa, att vid 1,500° hvarje bec Oarcel erfordrar 7,4 watt, hvilket motsvarar endast 0,78 watt per normalljus, ett resultat, långt fördelaktigare, än hvad man hittills kunnat uppnå vid fortfarande belysning med glödlampor.

Af de öfriga undersökningarna i samma riktning inskränka vi oss att anföra de af de finska elektroteknikerna Slotte och470 ELEKTKISK BELYSNING.

A. G. Strömberg anstälda, hvilka fört till följande empiriska formel, hvilken synes rätt väl återgifva försökens resultat:

där J betecknar ljusintensiteten vid strömstyrkan i, eller rättare sagdt tillökningen i ljusintensitet, som erhålles, när lampan öfvergår från mörk rödglödning vid strömstyrkan iQ9 samt a är en konstant för samma lampa.

Det må nämnas, att vid Edisons 8 -ljus-lampa man erhöll a = 2,70 7; ^ = 0,29, samt vid Woodhouse och Eawsons 4-ljus-lampa a = 2,047; i0=* 0,306.

Beträffande sambandet mellan Ijusintensiteten och potentialskilnaden, uppgifves den förstnämnda vara proportionel mot den sistnämnda upphöjd till 4,5.

Ex. Via Edisons nyssnämnda lampa var under ett försök i - 0,61 och vid ett annat försök i = 0,92 ampere. Häraf beräknas J = 5,5 och 8,5 ljus, nära öfverensstämmande med de direkta mätningarna af ljusstyrkan.

249. Koltrådarnes dimensioner rid olika ljusstyrka hos glödlampor. - Den ljusstyrka, som en glödlampa utvecklar, beror dels på intensiteten hos den ström, hvilken framgår genom koltråden, och dels på dennas motstånd och beskaffenhet. Vid belysningsanläggningar med glödlampor lemna vanligen dynamo-maskinerna en bestämd potentialskilnad mellan polskrufvarne, och om denna än något försvagas efter ledningstrådarnes längd, är dock, som man lätt kan finna, denna förändring så ringa, att lika lampor kunna vid hvilken punkt som helst af ledningen begagnas. Däremot är det mycket ofta man önskar att i samma anläggning begagna lampor med helt olika ljusstyrka. Detta låter sig mycket väl göra genom lämpligt val af koltrådarnes längd och tvärskärning. För att visa detta skola vi antaga, att såsom vanligt de särskilda lamporna äro anbragta i derivation från hufvudledningen samt att kol-trådarne äro af samma material och deras tvärskärningar med hvarandra likformiga. Beteckna vi potentialskilnaden med P, strömstyrkan vid den ena lampan med i± och vid den andra med i2, koltrådarnes längd med l± och ?2, tvärskärningens peri-meter med p± och p2 och area med ai och a2 samt kolets specifika ledningsmotstånd (vid enhet af längd och tvärskärning) med 5, så äro de båda koltrådarnes motståndKOLTRÅDARNES DIMENSIONER VID OLIKA LJUSSTYRKA. 471

Om den lampan, hvars motstånd är rl9 skall ega m gånger så stor ljusstyrka och således m gånger så stor yta som lampan med motståndet ra, bör man hafva analogien

Yidare bör den elektriska energi, som vid båda lamporna förbrukas, vara proportionel mot deras ljusutveckling, således

Pil : Pit = m : 1.

Men nu är på grund af ohmska lagen . P . P

^ = ~; *.-- . 'i * 2

Celler

Insättas dessa värden å \ och ia i den sista analogien, blifver -denna

Emedan vi antagit likformiga tvärskärningar hos koltrådarne, -så är

Af dessa analogier får man slutligen

Oftast använder man cirkelformig tvärskärning hos koltråden, och i så fall bör man, om diametrarne äro d^ och

da, hafva

3 3 _

d± = daym« ; /x « f ay w.

Äro dessa vilkor uppfylda, kunna de båda lamporna anbringas så, att potentialskilnaden blifver densamma mellan deras polskrufvar. Men den lampa, som skall lemna större ljusintensitet, påkallar starkare ström och således ett större antal watt (jämför § 246).

Det är uppenbart, att man vid en glödlampa kan erhålla samma ljuseffekt antingen genom att använda en ån och lång koltråd, som följaktligen utöfvar ett stort motstånd och erfordrar jämförelsevis stor potentialskilnad, eller ock en gröfre, kortare tråd med mindre motstånd, och hvilken således ej behöfver så stor potentialskilnad. Den sistnämnda anordningen .erbjuder fördelarne, att tråden blifver varaktigare och lampan Tackrare. Men, såsom vi snart skola finna, erfordras för öfver-472 ELEKTKISK BELYSNING.

förande af samma elektriska energi genom en ledning så mycket större tvärskärning hos denna, ju mindre potentialskilnad och således ju starkare ström man använder, och i följd häraf är det ekonomiskt fördelaktigast att begagna lampor med stort ledningsmotstånd, åtminstone när ledningarnas längd är stor. Detta gäller naturligtvis, när man såsom vanligt har glödlamporna i derivation.

Vi hafva vid ofvanstående beräkning antagit såsom gifvet, att den elektriska energien, som användes vid en glödlampa, är proportionel mot ljusutvecklingen och att denna tillika är proportionel mot koltrådens yta. Med andra ord, vi hafva utgått från den förutsättning, att antalet watt per ytenhet är konstant. Några försök, som af Börnstein blifvit anstälda, lemna begrepp om, hur pass nära detta öfverensstämmer med verkligheten. Försöken anstäldes dels med platina-, dels med koltrådar. Med de sistnämnda erhöllos följande resultat:

Trådens diameter Antal watt

i mm. per ytenhet.

0,9 0,51

0,66 0,51

0,56................0,54

0,34................0,54

0,31 0,54

0,295................0,56 .

0,185.................0,85

0,15.................0,95.

Det synes häraf, att inom vissa gränser är den gjorda förutsättningen riktig, ehuru visserligen vid mycket smala trådar en större elektrisk energi tages i anspråk för samma yta. Men då vid försöken med koltrådar förtunningen var ofullkomlig, och då det af andra undersökningar, hvilka Börnstein gjorde med platinatrådar, framgår, att ju fullständigare tomrum, som erhålles, dess närmare blifver watt-antalet konstant, torde detta kunna anses tillräckligt nära öfverensstämmande med verkligheten vid de nyare glödlamporna, där förtunningen är nära nog fullständig.

25O. Ledningen till glödlampor. - I de allra flesta fall anbringar man glödlamporna i derivation af hufvudledningen, endast undantagsvis - såsom vid Edisons municipal-lampor - ställes ett större antal lampor i följd efter hvarandra. Anordningen af lamporna i derivation medför såsom väsentliga fördelar, att de särskilda lamporna blifva oberoende af hvarandra samt att en måttlig potentialskilnad, vanligen om-LEDNINGEN TILL GLÖDLAMPOE.

473

FIG. 268.

kring 100 volt, blifver tillfyllestgörande. Dessa båda omständigheter äro af stor betydelse för den enskilda belysningen, för hvilken glödlampor företrädesvis användas. För öfrigt kunna glödlamporna införas i ledningen på flera olika sätt. Vi skola nu redogöra för de förnämsta af dessa, hvarvid vi till en början antaga, att endast likriktad ström men utan accumulatorer användes.

EnJcel derivation (fig. 268). -4, B äro de båda från dynamo-maski-nens poler utgående hufvudlednin-garna, a, &, c, d .. därifrån utgående derivationer eller lampledningar. Dessa innehålla oftast blott en lampa hvardera, såsom vid a, &, c antydes, men man kan äfven hafva såsom vid d två lampor i följd, så framt de äro afsedda för hälften så stor potentialskilnad som de förra, eller tre lampor i följd med en tredjedel så stor potentialskilnad o. s. v.

Dubbel derivation-(fig. 269), då lamporna äro anbragta i derivation,

som utgår från ledningar, hvilka själfva äro derivationer från hufvudledningarna. Denna anordning begagnas ofta i synnerhet vid belysning genom elektriska centralstationer.

Ledningar med lika potential öfver allt. Om man anbringar en lampa vid olika punkter af någon af de båda nu omtalade ledningarna, kommer den elektriska strömmens potential att blifva allt mindre, ju längre lampans afstånd är från maskinens poler. Man kan åtminstone delvis undvika denna olägenhet genom att göra bruk af den anordning fig. 270 antyder. Hufvudled ningens motstånd kommer då att mera likformigt fördelas på samtliga lamporna. Men härigenom blifver ledningen kostsammare och mera invecklad, hvaremot man vinner den fördelen, att belysningen blifver jämnare fördelad och alla lamporna lika mycket ansträngda.

Gördel-ledningar. Man kan i vissa fall lämpligen begagna den anordning af hufvudledningen fig. 271 angifver, hvarigenom

FIG. 269.

äfven samtliga lamporna komma i lika ställning till maskinens -polsk rufvar. Om man vill t. ex. i en stor sal anbringa lamporna nära de fyra väggarna, kan detta sätt vara passande.

FIG. 270.

FIG. 271.

De sistnämnda båda anordningarna af hufvudledningen kunna med hvarandra kombineras.

Mataréledningar. Man kan vid elektriska belysningsanläggningar anordna hufvudledningen på så sätt, att den bringas

Frö. 272.

i förbindelse med dynamo-maskinens polskrufvar genom särskilda ledningar, från hvilka icke några lampledningar utgå. Fig. 272 antyder detta sätt att medelst matareledningar (feeders)TKELEDABESYSTEMET.

fördela elektriciteten. Man kan för öfrigt använda flera olika anordningar härvid. Så t. ex. kan man göra bruk af flera olika belysningscentra, hvardera med sina särskilda matareledningar, eller man kan hafva hufvudledningen som ett slutet system omgifvande maskinen, hvilket meddelas elektricitet genom radielt utgående matareledningar till olika punkter däraf och själf lemnar elektriciteten till lamporna genom de i derivation anbragta servis- och lampledningarna. Denna anordning är vanlig för hufvudledningarna till elektriska centralstationer.

Man brukar kalla de punkter af hufvudledningen, till hvilka elektriciteten föres genom matareledningarna, för trycJcpunJcter.

Fm. 273.

&51. Treledaresystemet. - En vigtig förbättring af ledningens anordning till elektrisk belysning med glödlampor är uppfunnen af Edi-s<m samt tillämpad vid flera elektriska centralstationer i Norra Amerika och Europa, och den är äfven använd vid den kommunen tillhöriga elektriska centralstationen i Stockholm. Ben består i att kombinera med hvarandra två lika dynamomaskiner, hvilka hvar för sig lemna den begärda potentialskilnaden, samt att såsom hufvudledningar göra bruk af tre ledningar med jämförelsevis liten tvärskärning. Häraf benämningen treledare-systemet. Fig. 273 antyder schematiskt, huru detta är beskaffadt. Två

af de bada dynamo-maskinernas motsatta poler äro förenade sinsemellan, och från de återstående polerna utgå två af nämnda ledningar, under det att den tredje, den mellersta, står i förbindelse med de förenade polerna. Från dessa i gatorna anbragta ledningar gå derivationer till de särskilda byggnaderna A, Bt C . . ., som skola belysas. Det antages, att vid A och JB derivationerna gå från den mellersta och endera af de båda yttre ledningarna, samt att vid C ett treledaresystem är an-

bragt i derivation från hufvudledningen. Om man vill erhålla dubbelt så stor potentialskilnad, som endera maskinen lemnar, t. ex. för en elektrisk motor, kan man, såsom vid D är visadt,, låta biledningarna utgå från de båda yttersta ledningarna. Är å ömse sidor om den mellersta ledningen anordningen symmetrisk, kommer ingen ström att genomlöpa den mellersta ledningen, d. v. s. de motsatta strömmarne i denna upphäfva hvarandra. Men om ett större antal lampor får brinna på ena sidan än på den andra, genomgås den mellersta ledningen af en ström i den ena eller andra riktningen. På detta sätt kan man göra bruk af en dubbelt så stor potentialskilnad som vid de i det föregående omtalade ledningarna och likväl erhålla de särskilda lamporna oberoende af hvarandra. Men då ledningarna» erforderliga tvärskärning i väsentlig grad beror af strömstyrkan och vid konstant strömstyrka är oberoende af potentialskilnaden, blifver det för öfverförande af en viss elektrisk energi till lam-

FIG. 274.

porna härigenom möjligt att göra bruk af ledningar med jämförelsevis liten tvärskärning. Besparingen i kostnad kan sålunda blifva ganska ansenlig, hvarjämte man med fördel kan utsträcka ledningsnätet ända till 1,200 meter från stationen.

Man kan göra bruk af en dubbel ledning, likasom i fig. 270 påg. 474, i stället för den mellersta tråden, för att erhålla lika potentialskilnad för alla lamporna.

Elihu Thomson har uppfunnit en anmärkningsvärd modifikation af treledaresystemet i ändamål att därmed erhålla fullständig reglering och automatisk kompensation. Han gör för den skull bruk af ett slags likströmstransformator, som har för ändamål att vid olika fördelning af lampor å ömse sidor förflytta den elektriska energien från den ledning, där den finnes i öfverskott, dit där brist förefinnes. Fig. 274 lemnar begrepp om denna anordning. G är dynamo-maskinen, som ensam lemnar tillräcklig potentialskilnad för två i serie anbragta lampor, t. ex. 200 volt; a och b äro hufvudledningarna samt d denTRELEDARESYSTEMET.

FIG. 275.

mellersta eller kompensationsledningen; Z/1 och L2 grupper af glödlampor på ömse sidor därom. Om dessa konsumerade lika mycket elektricitet, skulle ingen kompensation vara behöflig, men om man utsläckte ett visst antal lampor i den ena gruppen, skulle en större mängd elektricitet strömma till de återstående lamporna i samma grupp, hvaremot lamporna i den andra gruppen skulle lysa svagare. Medelst transformatorn ABF, som utgöres af

elektromagneterna F samt en roterande induktor med två särskilda trådspiraler, hvardera med sin kollektor A, B, sker utjämningen. Elektromagneterna F hafva lång fin ledning i derivation mellan a och 1}; induktorns båda ledningar, som äro I följd med hvarandra, hafva ringa motstånd och äro förenade med a, 1) och d på sätt figuren antyder. Transformatorn verkar som motor under inflytande af den mellan a och 1} gående strömmen, och den elektromotoriska kraften däri kan uppgå till hälften af den mellan hufvudledningarna alstrade potentialskilnaden, således i det anförda exemplet till 100 volt. När man utsläcker några lampor i L1 växer potentialskilnaden mellan a och d. En starkare ström kommer då att genomgå A, hvars motsvarande trådspiral därigenom bringar induktorn i hastigare rotation, och den i förening med _B varande trådspiralen verkar då såsom en dynamo-maskins induktor i ledningen db för att höja potentialskilnaden mellan b och d samt att förminska den mellan a och d, så att jämvigten återställes. Trådspiralerna i förening med A och S verka sålunda ömsevis såsom generator och motor, beroende på om potentialskilnaden mellan deras borstar är större eller mindre än dess normala värde. Men för den skull erfordras, att de båda trådspiralernas motstånd är mycket litet. Hela transformatorn kan för öfrigt gifvas helt små dimensioner och dess hastighet vara ansenlig.

Man skulle visserligen kunna för samma ändamål använda en enklare anordning, hvilken fig. 275 antyder, men endast i den händelse, att lika eller nära nog lika mycket elektricitet förbrukas å den ena och andra sidan om den mellersta ledaren. På sin höjd får en af tio lampor utsläckas på ena sidan, om till en början båda sidor tagas lika mycket i anspråk, ty när ett större antal lampor föres ur ledningen på ena sidan, blifva de återstående därstädes öfveransträngda.

Det bör dock anmärkas, att man kan reglera spänningen i de båda grenarne af nätet genom reostater a och &, men detta medför såväl förlust i elektrisk energi som besvär för inställningen, allt efter de använda lampornas olika antal, under det att vid Edisons treledaresystem denna reglering försiggår automatiskt. Förlusten i elektrisk energi kan dock undvikas, om man i stället för reostater gör bruk af accumulatorer, hvilka laddas genom strömmen mellan ledningarna.

252. Femledaresystemet. - Det är möjligt att till-lämpa samma princip, som ligger till grund för treledaresystemet, för fem, sju eller flera ledare och använda fyra, sex eller flera

dynamo-maskiner eller an-

FlG- 276- dra elektricitetskällor till

samma ledningsnät och således i ännu högre grad vinna de f ördelar treled are -systemet medför. Men hela belysningssystemet blifver härigenom mycket inveck -ladt, hvarför man ock sällan gör bruk af dylika anordningar. Dock är fem-ledaresystemet några gånger tillämpadt vid belysningsanläggningar.

Fig. 276 visar schematiskt detta system. Om vi t. ex. antaga, att de fyra elektricitetskällorna hvardera ega 100 volt potentialskilnad, så förefinnes mellan de två närliggande ledarne 100 volt samt mellan de yttersta 400 volt potentialskilnad. Sålunda skulle potentialen vid A vara 200, vid S 100, vid C O, vid D- 100 och vid E-200 volt. Om fyra 100-volts-glödlampor äro anbragta i följd mellan A och E, skulle således blott £ af hela antalet lampor belasta de båda hufvudledningarna A och E, och dessas tvärskärning kunde således tagas i samma mån svagare, och ännu mindre tvärskärning kunde man gifva åt mellanlednin-garna B, C, och D. Man kan äfven vid en enda dynamo-maskin tillämpa femledaresystemet, och denna anordning är begagnad vid en elektrisk centralstation vid Clichy i Paris. Från maskinens poler utgå de båda hufvudledningarna och mellan dem tre andra ledningar, så att glödlamporna fördelas i fyra afdelningar, analogt med hvad vi å fig. 275 visat, beträffande

treledaresystemet. För normal verksamhet skulle erfordras, att antalet lampor i bruk vore detsamma i alla fyra afdelningarna, men detta vilkor är naturligtvis omöjligt att uppfylla. Men man kan använda regulatorer, helst automatiska, hvarigenom järn vigten återställes. Vid den nyssnämnda anläggningen användes transformatorer, analoga med dem Thomson begagnat vid treledaresystemet.

253. Ledningarnas upphettning genom den elektriska strömmen. - För bestämning af passande dimensioner till ledningarna för en elektrisk belysningsapparat, får man taga hänsyn till deu upphettning, som strömmen i dem förorsakar, dels emedan en förhöjning af motståndet i metallen uppstår (§ 57), och dels emedan fara åtminstone för isoleringen kan genom allt för stor upphettning föranledas. Det är tydligt, att ju mer värmeisolerad tråden är, desto högre stiger temperaturen under för öfrigt lika omständigheter, och att en blank tråd åverkas mera i detta hänseende än en tråd, som eger stor strålningsförmåga. Det är i synnerhet Preece, som anställt undersökningar häröfver, och vi skola anföra några därvid funna resultat.

Den strömstyrka J, som förmår bringa i smältning en icke alltför fin metalltråd med diametern d centimeter, kan angifvas genom formeln

J = ac$ ampere,

där a följaktligen uttrycker det antal ampere, som åstadkommer smältning af en tråd med l cm. diameter. Eöljande tabell lemnar dels värden å a för åtskilliga metaller och legeringar,, dels dessas smältningstemperatur.

a Smältpunkt.

Koppar................2,530 ....1,054°

silfver................1,900 .... 954°

alnminium.............. 1,873....... 650°

nysilfver............... 1,292 ....1,200°

platina................1,277 ....1,775°

platinoid . ...1,173 ....1,300°

järn................. 777,4.......1,600°

tenn................. 405,5....... 226°

bly.................. 340,6....... 336°

blytenn-legering (2 bly, l tenn) . . 325,5....... 180°.

På grund häraf kan man beräkna den strömstyrka, som erfordras för att upphetta ända till smältning en tråd af bestämd diameter.480 ELEKTRISK BELYSNING.

Man kan äfven, såsom Preece har visat, utgå från samma försöksresultat för att bestämma, huru stark strömmen måste vara för att åstadkomma en viss temperaturhöjning hos tråden. Antag nämligen, att en tråd med ytan A är anbragt I en omgifning med temperaturen ti samt att den vid genomgången af strömmen J erhåller temperaturen £2, så att temperaturen stigit £2 - 11 = t°, hvarvid t beror äfven på omgifning ens beskaffenhet och således på emissionskoefficienten £ hos tråden. När fortfarighetstillståndet inträdt, är den elektriska energi, som tråden meddelas på en sekund vid motståndet E ohm, lika stor med den värmemeddelning, som på samma tid utåt eger rum, således

EJ* - e Ät

11 ,

eller t

t

Om trådens längd är l, diameter d och specifika ledningmotstånd 5, har man

hvaraf följer

Antager man, att s och 6 variera i samma förhållande i funktion af t, hvilket enligt Sottomleys försök Öfverensstämmer med verkligheten, kan man sätta

t = U*.

Bestämmer man för en tråd strömstyrkan J och tempe-raturöfverskottet tf har man sedermera äfven för andra motsvarande värden J1 och t'

f = M'\

'-'V!

Eör en koppartråd af l cm. diameter svarar, enligt ofvan anförda tabell, ^=2,530 ampere mot £=1,054°. Men detta gäller endast, då ytan är af samma beskaffenhet, som den tråd egde, hvilken vid försöken användes. Enligt de försök Ken-nelly anställt i Edisons laboratorium, skulle J multipliceras med en koefficient, så att man finge sätta

om koppartråden vore blank och polerad, samt

J' = °'eJ\

om tråden vore vid ytan oxiderad.LEDNINGARNAS TVÄRSKÄKNING.

Införes det ofvan gifna uttrycket för J erhålles J' = 0,5 eller 0,6 a<

och således, om diametern införes i millimeter, 1054-4 e^-lO8^ J^|

~~ (2530)2 ' d3 ' d3'

för blank och polerad koppartråd, samt

t'~ 0,457 J

för en tråd, som är oxiderad vid ytan.

Dessa formler gälla dock icke för mycket fina trådar, vid hvilka en hastigare afsvalning eger rum.

Ex. Hos en blank kopparstång af l cm. diameter åstadkommer en ström af 123,2 ampere en temperaturhöjning af

Ex. Hos en vid ytan oxiderad koppartråd af l qvmm. tvärskärning uppstår för 10 ampere en temperaturhöjning af

102

'

254. Ledningarnas tvärskärning. - Man begagnar vanligen koppar för de elektriska belysningsledningarna och nu mera, sedan metallen framställes nästan fullständigt ren, koppar med stor ledningsförmåga. Stundom gör man, åtminstone för långa ledningar, bruk af fosfor- eller kiselbrons. Någon gång användes järn för i fråga varande ändamål, men dess ringa ledningsförmåga gör det härtill mindre passande.

Trådar med mer än 5 mm. begagnas sällan, utan gör man, då gröfre trådar skulle erfordras, i stället bruk af kablar, sammansatta af flera hoplagda smalare trådar. Dessa kablar blifva böjligare och lättare att anbringa än de grofva trådarne.

Beträffande tvärskärningens bestämning, har man flera omständigheter att uppmärksamma. Ju större densamma är för en viss strömstyrka, dess mindre blifva motståndet och potentialförlusten samt förlusten i elektrisk energi, men dess större anläggningskostnaden. Yi skola något längre fram visa, huru man på grund häraf kan beräkna den i ekonomiskt hänseende fördelaktigaste tvärskärningen. Vidare blifver temperaturen hos tråden högre, ju smalare denna är, och vi hafva i näst föregående paragraf visat, huru den uppkommande temperaturhöj -

ningen kan beräknas. Man finner, att en koppartråd med l qvmm. tvärskärning skulle kunna uthärda omkring 10 ampere, utan att alltför starkt upphettas, så framt den icke är beklädd med något isoleringsämne. Men vore den isolerad med kautschuk skulle man endast kunna föra några få ampere därigenom. Det värde, hvilket vanligast användes för beräkning af ledningar, som äro beklädda med isoleringsmedel, är 2 ampere per qvmm., men isoleringens beskaffenhet samt tvärskärningens storlek böra äfven härvid tagas i betraktande.

Vi anföra efter Cadiat*) några uppgifter i detta hänseende, visande de gränsvärden, som icke gerna böra öfverskridas vid kopparledningar.

Blanka i luften spända trådar .... 6 ampere per qvmm.

Trådar, beklädda med bomull .... 4 » » »

» » » kautschuk .... 2,5 » » »

Kablar (10 å 200 qvmm) med stark isolering . .... 1,5 » » »

Gröfre kablar med stark isolering eller med båda ledarna

i samma omhölje .... l å 0,75 » » »

Men därjämte har man oftast att taga hänsyn till de af brandförsäkringsbolagen utfärdade föreskrifter, hvarom mera längre fram.

Man kan äfven för beräkningen af tvärskärningen utgå från den potentialförlust, som bör medgifvas i ledningen. Betecknas dennas längd med L, tvärskärningsarean med A, potentialförlusten med P, strömstyrkan med J, specifika ledningsmotståndet med s, har man på grund af ohmska lagen

^^ sL sL ~Ä

eller A sLJ

A=-p-

En härpå grundad formel, som ofta användes, är ! LJ

där J angifves i ampere, P i volt och L betecknar afståndet mellan den dubbla ledningens slutpunkter (d. v. s. hela längden = 2 L). Men naturligtvis bör hänsyn tagas till den använda kopparens beskaffenhet. I ofvanstående formel är s antagen till l : 55. Por en belysningsanläggning inom hus kan P tagas till 2 å 3 volt. Lampledningarna gifver man vanligen en diameter af l till 1,5 mm.

*) Manuel pratique de FEléctricien. Paris 1892, p. 237.

Såsom vi ofvan anfört, anbringas vanligen glödlamporna i derivation. Strömstyrkan blifver då aftagande från elektricitetskällan utåt, hvilket man får uppmärksamma vid beräkningen. Ofta antages lika tvärskärning efter hela längden, och får den då väljas så, att äfven vid den mest ansträngda delen icke den bestämda gränsen för strömstyrkan per qvmm öfverskrides. Vid gördelledningar (fig. 271, påg. 474) kan man beräkna tvärskärningen så, att den motsvarar längdens midtpunkt.

Huru man för ett sammansatt ledningsnät kan beräkna potentialen vid olika punkter skola vi längre fram meddela.

Ex. Antag att vid en anläggning för 50 glödlampor, hvardera för 0,7 ampere, användes en hufvudledning af 100 m. total längd samt att högst 3 volt förlust får ega rum. Då erhålles

l 50-0,7 100 01

255. Beräkning af den i ekonomiskt hänseende fördelaktigaste tyärskärningen. - Man har vid flera tillfällen försökt att bestämma en elektrisk lednings tvärskärning på grund af det vilkor att totala utgiften per år, härrörande af ledningens kostnad och af den enligt Joules lag beräknade förlusten i elektrisk energi blifver ett minimum. Det kan inträffa, att den så bestämda tvärskärningen blifver större än den, som enligt ofvan angifna regler skulle erfordras. För långa ledningar, som stundom vid belysningsanläggningar måste begagnas, kan detta vara af stor betydelse. Vi skola anföra huru en sådan beräkning kan verkställas.

Om vi antaga att ledningens längd är L och tvärskärning A, kan anläggningskostnaden för densamma uttryckas genom

(M+NÄ)L,

emedan en del af de vid ledningens utförande förekommande arbeten äro oberoende af tvär skärningen. M och N äro två koefficienter, som äro beroende af den använda metallen, isoleringsämnet o. s. v. Beteckna vi med r ränta och amortering per år för det sålunda använda kapitalet, blifver årliga kostnaden

Antaga vi dessutom, att intensiteten hos den ström, som skall genomgå ledningen, är J samt s det specifika ledningsmotståndet och t antalet timmar per år, under hvilka strömmen skall vara i verksamhet, och slutligen k kostnaden per watt

under en timme, blifver på grund af Joules lag den genom värmeutvecklingen i ledningen uppkomna förlusten

och således totala kostnaden per år

Kostnaden per löpande meter af ledningen blifver följaktligen per år

0 är en funktion af A, och man finner på vanligt sätt, att det värde på -4, som lemnar ett minimivärde på #, är

En dylik formel är först uppställd af W. Thomson och benämnes stundom efter honom. Vid dess tillämpning till belysningsledningar bor uppmärksammas, att ofta J är föränderlig, och att t kan utsträckas till hela året, så att man i detta fall egentligen skulle införa en summa 2J*t i beräkningen.

Ex. Antag 5 = ^ ohm per qvmm. ; t = 1,800 timmar; r = 12 procent; ledningens kostnad per meter

30 + 5,35 A öre, då A uttryckes i qvmm.; 2V=5,35; k = 0,018 öre per watt. Då blifver

A = 0,96 J qvmm.

Under sådana förhållanden skulle det ekonomiskt fördelaktigaste resultatet uppnås, om 0,96 qvmm. tvärskärning per ampere användes. Men om ledningen vore i verksamhet blott 450 timmar per år, skulle 0,48 qvmm. vara gynsammast.

256. Detaljer yid ledningarna till Ibelysningsan-läggningar. - Såsom ofvan blifvit anfördt gör man vanligen brak af koppar för i fråga varande ledningar. Men då dessa skola spännas fritt i större längder mellan två fästpunkter, är

*) Man kan enklast härleda detta värde genom att sätta uttrycket för z under formen af en qvadratisk eqvation i afseende å A, nämligen:

i M 100s\ _ 100 stKJ* A + A\N~~ Nr~) ~ Nr '

Löses denna eqvation finner man lätt, att det minsta värdet z kan erhålla, är det ofvan anförda.

kisel- eller fosforbrons lämpligare såsom egande större hållfasthet och mindre tänjbarhet. I fria luften användas ledningarna oftast blanka, utan isolerande omhölje. Det är nästan blott i större städer, som öfverallt isolerade ledningar begagnas. De anbringas i fria luften vanligen medelst porslinsisolatorer på järnstänger och trästolpar, hufvudsakligen på samma sätt som vid telegrafledningar. Men vid elektriska belysningsan-läggningar med den höga potential och den betydande strömstyrka, som vid dem vanligen förekomma, ersattes den ena tråden i regeln icke med jordledningar, utan båda trådarne framdragas till fulla längden. Ofta gör man bruk af förtennade trådar. Inom hus användas alltid trådar, beklädda med asbest, kautschuk, bomullstråd eller annat isoleringsmedel. Ofta anbringas dessa isolerade trådar uti trälister, formade i tvärskärning på sätt fig. 277 visar. Afståndet mellan de båda ledningarna tages till 24 å 100 mm., men i fall trälister användas, kan afståndet förminskas till hälften.

I flera fall anbringas i torra lokaler de isolerade trådarne mellan träklämmare, bestående af ett öfver-och ett understycke, hvilket sistnämnda har två inskärningar för

trådarnes upptagande. Yid träväggar kan man äfven göra bruk af s. k. hakstift, förtenta järnstift för trådarnes fästande. Den ena eller den andra af dessa anordningar kan väljas allt efter lokalernas beskaffenhet. Naturligtvis

är det fördelaktigt, att ledningarna så anbringas, att de blifva lätt tillgängliga för undersökning, men tillika skyddade för åverkan. När särskild hänsyn bör tagas till utseendet, så att trådarne böra döljas, kan man lägga dem i vägg- eller takputsen eller föra dem från ett öfver liggande rum genom trossbottnen. Man får härvid sörja för att isoleringen icke skadas genom vatten, som vid golf-vets skurning nedrinner.

Nyligen har man börjat göra bruk af ett helt annat sätt för ledningarnas anordning, hvilket härrör af firman "Interiör conduit and insulationcompany" i New-York och i Europa blifvit infördt af S. Bergmann & C:o i Berlin. Man använder efter detta system, hvilket äfven i vårt land börjar vinna tillämpning och som utan tvifvel kommer att mycket begagnas, rör, tillverkade af papper och impregnerade af en vid hög temperatur smält isoleringsmassa, hvarigenom de jämväl blifva styfva och vattentäta samt erhålla såväl in- som utvändigt en glatt yta. I dessa rör, hvilka tillverkas af olika diametrar från 7 till 48 mm., och 3 m. längd, inskjutas ledningarna med till-

FIG. 277.

<* H& i 'K

^ l 06 i ffd TOG

hjälp af ett långt, smalt stålband, vid hvars ände en blykula är fäst. Rören kunna anbringas antingen i eller uppå putsen, och fasthållas i sitt läge medelst krampor. De särskilda längderna förenas genom

FIG. 278. korta, rörändarne om-

gifvande stålhylsor. Yid förgreningar samt vid ändarne begagnas dosor af papper, hvaruti rörändarne inskjuta. Båda de isolerade ledningstrådarne kunna inläggas i samma rör. Fig. 278 visar ett schema för en dylik anläggning.

Ändarne af de särskilda ledningstrådarne förenas genom en i spiral lindad koppartråd samt därjämte lödning. Fina trådar kunna omedelbart hoplindas med ändarne och lödas. Likaså fästes en derivation genom att linda dess ände kring ledningen eller medelst en särskild koppartråd, som lindas i spiral, hvarefter

alltsammans lödes.

När en ledning skall genomgå en yttervägg, kan man lämpligen göra bruk af en porslinshatt, som fästes vid ett vinkeljärn vid inurens yttre sida, samt ett däröfver anbragt i vinkel böjdt rör af porslin eller ebonit. Ledningstråden isoleras från muren genom ett annat rör. För att hindra vatten att intränga kan man använda den anordning fig. 279 visar. Vi hänvisa för öfrigt rörande detaljerade bestämmelser för elektriska belysningsanläggningar dels tillTarif-föreningens föreskrifter och dels till Teknisk Tidskrift, 1892, sid. 132.

357. Säkerhetsåtgärder rid elektriska ledningar,

- Äfven om man från början rätt afpassat dimensionerna

FIG. 279.

till en elektrisk ledning, kan det inträffa, att en elektrisk ström genomgår densamma med så stor intensitet, att den starkt upphettas och fara därigenom uppkommer. Detta sker genom att kortslutning inträffar vid fel i isoleringen, genom förändring i ledningarnas anordning, så att strömförgreningen blifver olika mot hvad ursprungligen beräknats, genom insättning af ny dynamo-maskin eller dennas iörändring o. s. v. Man bör därför alltid anbringa säkerhetsinrättningar vid elektriska belys-ningsapparater i byggnader, så att om strömstyrkan skulle öfverskrida en viss gräns faran förebygges. Vanligtvis utföres detta genom att vid början af hufvud- och biledningarna insätta en tråd eller remsa af en lättsmält metall, hvilken smälter och därigenom afbryter ledningen så snart dennas temperatur stiger till en viss grad. I själfva verket är likväl denna anordning mycket ofullkomlig, enär den föranleder utsläckningen af ett större eller mindre antal lampor, och detta just genom öfver-flödet af elektricitet i

dit hörande ledningar. Utan tvifvel vore det därför Önskvärdt att kunna i stället vinna det afsedda ändamålet genom aflägsnande af den öfverflödiga elektriciteten, men i teknikens nuvarande tillstånd har man icke något praktiskt användbart medel härför. Man inskränker sig därför till dylika säkerhetstrådars begagnande, hvarigenom man åtminstone bör kunna skydda ledningen och lamporna samt förebygga eldfara. Trådens tvärskärning tages vanligen sådan, att afbrott i ledningen icke eger rum förr än strömstyrkan uppgått till dubbla dess normala värde. Vid Edisons anläggningar har man gjort bruk af en legering, innehållande 60 proc. bly och 40 proc. tenn. I så fall har man vid 16-ljus-J.-lampor en diameter hos säkerhetstråden af

0,51 mm., för 3 lampor,

0,81 » » 6 »

1,07» » 9 »

1,24 » » 12 »

2,16 » » 20-25 » 2,82 » » 40-45 » 3,05 » » 55-60 »

För trådar af rent bly måste diametern vara mindre. Sålunda har man följande tabell för dylika säkerhetsstycken:

Koppartrådens Blytrådens

diameter. diameter.

1 mm..............0,8 mm.

2 ».............4,5 »

3 »............. 2,0 »

4 » ....3,0 »

5 » ... (2 trådar hvardera) 3,0 »488

ELEKTRISK BELYSNING.

Ofta användas i stället for trådar remsor, hvilka fastklämmas mellan två metallstycken. Trådarne kunna antingen vara fria eller anbragta i gips, glas eller annat ämne. I alla händelser bör apparaten så anordnas, att vid smältning blyet eller legeringen icke utrinner samt att ett nytt stycke beqvämt kan insättas. En mängd olika former användas för säkerhetsstyckena. De kunna vara enkla eller dubbla, så att apparaten upptager endast trådar för den enkla eller för den dubbla ledningen. Fig. 280 & 281 visa exempel i detta hänseende.

FIG. 280.

FIG. 281.

Såsom regler för säkerhetsstyckena har man för öfrigt: Såväl i den positiva som i den negativa ledningen böra sådana apparater anbringas äfvensom i de mellanvarande (noll-

ledningarna) i tre- och femledare-systemen. Där en förminskning i tvärskärningsarean eger rum bör säkerhetsapparat jämväl anbringas, så framt icke den smalare tråden är särskildt skyddad. Säkerhetsapparatens yttre bör vara utförd af oförbränneligt ämne, såsom gips, porslin etc., och förses med botten-platfor, så att den äfven i fuktiga rum är isolerad från väggen, där den fästes. Ofta begagnas gängade proppar, i hvilka trådarne äro anbragta och fastlödda vid

kopparkontakts tycken. Propparne inskrufvas i därtill hörande skrufmuttrar (se fig. 281), som stå i samband med ledningen.

&58. Ledningarnas isolering. - Det är af stor vigt, att ledningssystemet till en elektrisk belysningsanläggning är väl isoleradt från jorden, emedan i annat fall icke blott förlust af elektricitet eger rum, utan äfven olägenheter af flera slag äro att befara. Särskildt lida telefonapparater i närheten inverkan af ofullständigt isolerade belysningsledningar. Vi hafva redan i § 59 anfört några af de flera olika sätt man använder

bestämning af isoleringsmotståndet, och vi anföra här nedan ett exempel på tillämpningen af en annan metod för samma ändamål.

Man har uppställt flera olika regler och formler för att angifva det minsta isoleringsmotstånd, som får förefinnas vid en dylik anläggning. En af de bättre och den hos oss vanligast använda innefattas i den bestämmelse, att isoleringsmotståndet mellan ledningssystemet och jorden alltid bör utgöra minst

5,000 j ohm,

då P betecknar potentialskilnaden i volt och J strömstyrkan i ampere. Denna formel är angifven af "Society of Telegraph Engineers and Electricians" samt skulle gälla för ledningen utan maskinen och utan lamporna.

För att kunna när som helst lätt förvissa sig om, att isoleringen är tillräcklig kan man använda flera olika anordningar. Sålunda kan man sätta en glödlampa, jordlampa, eller en tråd af en lättsmält metall i förbindelse å ena sidan med jorden, t. ex. genom vattenledningen, och å den andra sidan med en punkt af ledningsnätet. Förefinnes ansenligare elektricitetsförlust kommer lampan i glödning eller smälter metallen. Man kan äfven göra bruk af en elektrisk ringklocka för samma ändamål.

Vid en större anläggning kan man lämpligen begagna den inrättning, hvilken fig. 282 schematiskt angifver. Från de båda huvudledningarna A och S utgår i derivation en tråd mn med två glödlampor a och & för samma potential. En punkt p mellan båda lamporna är satt i förbindelse med jorden. Man har af-passat lampornas potential sådan, att när icke A och S äro förenade med jorden de lysa svagt och båda lika mycket. Om A har beröring med jorden, lyser lampan a svagare än 6, men om B i stället har afledning, lyser 6 svagare än a. Genom att med en kom-mutator utestänga den ena eller den andra lampan, kan äfven undersökningen göras. Dessutom kan man vid r infoga en ringklocka för att gifva signal, när fel inträder.

FIG. 282.490 ELEKTRISK BELYSNING.

Det kan vara af intresse att uppmäta isoleringsmotståndet under anläggningens gång. Man kan göra en sådan bestämning särskildt lör den positiva och särskildt för den negativa ledningen. För den skull anbringas en galvanometer i förbindelse dels med den ena eller andra af dessa ledningar och dels med jorden. Betecknar P potentialskilnaden, 6? galvanometerns motstånd, x och y de sökta motstånden samt i± och i^ de med gal vanometern bestämda s tro m styrkorna, har man

. _ P . _ JP_

i- x+& l~ y+& hvaraf följer

P P

x = ±- - G-, y^~-Gr.

*i y \

Såsom flera undersökningar, särskildt de af Förderreuther anstälda, ådagalagt, gifves det åtskilliga omständigheter hvilka utöfva inflytande på isoleringsmotståndet. Sålunda har den tid försöket varar inflytande på resultatet. Till en början växer motståndet ganska hastigt, sedan långsamt. Fuktigheten inverkar äfven, i det att ledningar, anbragta på fuktiga ställen,, antaga en potentialskilnad utan att förut hafva blifvit laddade. Den pol af elektricitetskällan, som sättes i förbindelse med ledningen, har inflytande, så att man finner större utslag med den negativa än den positiva polen. Man bör därför göra försöket med båda polerna, lika länge med hvardera, och taga medeltalet af resultaten. Af väsentlig betydelse är den potential man vid försöken använder. Ju högre denna är, desto mindre motstånd erhålles. Det är därför lämpligast att uppmäta isoleringsmotståndet vid samma potential som vid belysnings-anläggningen förekommer.

Ex. Vid ett försök med Tekniska Högskolans elektriska belysningsanläggning användes en stapel af 6 torra element, hvilken var satt i förbindelse dels med jorden genom gasledningen, dels med en punkt af den elektriska

ledningen. Strömmen fick genomgå Thomsons spegelgalvanometer med 5,713 ohm motstånd, hvarvid erhölls ett utslag af 35 mm. på skalan. Enär genom förberedande försök stapelns elektromotoriska kraft befunnits vara 7,6 volt samt att 20 mm. utslag motsvarade TJÖ volt, erhålles det sökla isolerings-motståndet af eqvationen

—

5713 + a! 5713 ' hvaraf följer

x « 2,476,585 ohm.

Ex. Vid en undersökning af elektriska belysningen till operan och kejserliga teatern i Wien använde v. Waltenhofen en af Uppenborn härrörande

anordning, till hvilken fig. 283 lemnar ett schema. Ett accumulatorbatteri A af 52 element lemnade strömmen, och denna undersöktes med en torsions-galvanometer T jämte motståndslådau M. Med tillhjälp af två kommutatorer a och b kunde strömmen kortslutas eller föras genom den ledning L man

FIG. 283.

ville undersöka. Till en början var a öppen och b sluten, hvarvid erhölls utslaget a på galvanometern. Betecknar E accumulatorbatteriets elektromotoriska kraft samt R totala motståndet i strömkretsen AMTab, kan strömstyrkan sättas

,-=!=*«,

där k är galvanom eterns konstant. Om nu b öppnas och a slutes, går strömmen genom L och dess isolering till jorden samt genom jord plåten J tillbaka till batteriet. Är x det sökta motståndet samt fi det nya utslaget, har man strömstyrkan

Häraf följer

Man uppmätte särskildt isoleringsmotståndet för en del af anläggningen, omfattande 100 kilometer tråd, hvarvid man erhöll x = 1240 ohm; sedan en af en annan del med 10 kilometer, då man erhöll x = 2460 ohm. Slutligen bestämdes motståndet för det hela, hvarvid resultatet blef x = 835 ohm Detta sistnämnda värde afviker föga från hvad man kan beräkna af de båda - förstnämnda, ty man har

--i- - = 824.

Hela anläggningen innehöll 5,300 glödlampor och 15 båglampor.

259. Åtskilliga biapparater rid elektriska foelys-ningsanläggningar. - Utom dynamo-maskinen, ledningarna,

lamporna, säkerhetsstyckena samt anordningarna för isoleringens undersökning, gifves det åtskilliga andra tillbehör för en fullständig belysningsinrättning. VTi skola taga dem i betraktande. Voltmeter och amperemeter. Dessa instrument äro beskrifna i andra kapitlet. Man anbringar* ampéremetern direkt i hufvud-ledningen och voltmetern i derivation till denna. Om flera hufvudledningar utgå från maskinpolerna, bör hvardera erhålla sin särskilda ampéremeter. Instrumenten böra visserligen vara i maskinrummet, men på så stort afstånd från dynamon och ledningarna med stark ström, att dessa icke utöfva rubbningar. Voltmetern är icke i allmänhet i ständig förbindelse med ledningen, utan får ström från denna blott nar den genom en kommutator därmed förenas. Men stundom har man så anordnat, att den ständigt är i verksamhet och tillika angifver genom signal, om potentialen öfver- eller understiger vissa gränser. Man kan för den skull göra bruk af två olika färgade lampor, af hvilka den ena eller andra blifver lysande, då voltmeterns visare kommer i kontakt med någondera af två metallstycken, hvarvid tillika en ringklocka sättes i verksamhet. En apparat, kallad indikator, är använd af Edison för att angifva huruvida potentialen och således den genom lamporna

FIG. 284.

gående strömmen har sin rätta styrka eller icke. Fig. 284 visar anordningen af denna apparat, genom hvilken dels ett ringverk kommer att ljuda, när potentialen är större eller mindre än den rätta, dels en grön eller röd glödlampa då blifver lysande. Den genom en biledning kommande strömmen går för den skull först genom några under apparatens bottenbräde anbragta vanliga glödlampor, därefter genom tråden till elektro-magneten E, som attraherar ett kring en axel rörligt ankare J?* Spiralfjädern F drager ankaret åt motsatt håll. När poten-

tialen.har sitt normala värde, motväga dessa båda krafter hvarandra, och en vid ankaret fäst upprättstående hafstång kommer då mellan de båda kontaktstyckena C och C' utan att beröra något af dem. Men om potentialen ökas eller minskas, får elektromagneten eller fjädern Öfverhand och därigenom slutes ettdera af dessa kontakter, i följd hvaraf glödlampan L eller U genomgås af strömmen och börjar lysa. På samma gång sättes det i förbindelse med C och G varande elektriska ringverket i rörelse, så att uppmärksamheten fästes å förändringen, hvarjämte man af glödlampans färg kan sluta till, om ökning eller minskning egt rum.

Elektricitetsmätare och wattmeter användas sällan vid smärre själfständiga belysningsanstalter, men däremot allmänt vid anläggningar, som erhålla ström från en centralstation.

Begleringsapparater. Por att kunna bibehålla hos dynamo-maskinen en nära konstant potentialskilnad, oaktadt de betydande förändringar det yttre motståndet undergår, gör man vid belysningen med glödlampor bruk af shunt- eller compounddynamos, på sätt vi i det föregående (§ 146) anfört. Men detta är icke tillfyllestgörande, utan man tär därjämte använda någon regleringsapparat. Vanligen har man i elektromagnetens shunt infört en reostat, hvars motstånd kan efter behag förändras (§ 56). De senaste åren användes ganska ofta automatiska regulatorer för detta ändamål, med hvilka ett större eller mindre motstånd införes i shunten, allt efter som potentialen stiger öfver eller sjunker under dess normala värde. Af de inånga olika sådana apparater som konstruerats, anföra vi en vid Tekniska Högskolans elektriska belysningsinrättning använd automatisk spänningsregulator från A. Hopfer i Leipzig. Fig. 285 visar dess anordning. Vid öfre delen af ett bräde är anbragt ett antal spiraler af nickelintråd. Dessa stå upptill i förbindelse sinsemellan och äro nedtill förenade med ett antal olika långa järnstift, hvilka negå i ett glaskärl med qvicksilfver q. Shunten till dynamo-maskinen förenas med kläm-skrufvarna N, N. Kärlet q är fäst vid öfre delen af en järnkärna &, hvilken nedgår i en trådspiral 'S, stående genom kläm-skrufvarne L, L i förening med en lampledning. Innan strömmen är sluten, hålles kärlet q i sitt högsta läge genom inverkan af häfstången &, hvilken belastas med en större och en mindre vigt. Det kortaste stiftet bör då vara åtminstone l mm. djupt nedsänkt i qvicksifret. Öfver dettas yta finnes ett petroleum-lager för att förminska gnistbildningen och förhindra qvicksilfrets och stiftens oxidering. När strömmen slutes, äro till en början alla motståndsspiralerna kortslutna, och spänningen i ledningen stiger därför hastigt, så att en stark ström genomgår trådspiralen S. Järnkärnan k neddrages då, glaskärlet

sjunker och antalet af järnstift, som äro i beröring med qvicksilfret förminskas allt mer. Härigenom förökas motståndet i shunt-ledningen, och strömstyrkan därstädes försvagas till dess en

FIG. 285.

normal potentialskilnad uppstått. Om denna sjunker ytterligare, får motvigten vid häfstången b öfverhand och upplyfter ånyo kärlet q. För att utjämna rörelsen användes en broms g, bestående af en cylinder med en kolf af två öfver hvarandra liggande genomborrade skifvor samt en vätska af 2 delar gly-

cerin och l del vatten. Eromsens verkan kan regleras genom att vrida den rörformiga kolfstången i till höger eller venster.

Strömbrytare och omkastare användas vid belysningsanläggningar för att afbryta strömmen eller förändra dess riktning i ledningen. Man har sådana af en mängd olika konstruktioner. Vid några af dem äro två metallstycken, fastsatta vid en isolerande skifva, t. ex. af marmor, och till dem ingå ändarne af ledningstrådarne. När strömmen

skall slutas, införes mellan båda styckena ett tredje vid en häfarm med isoleradt handtag rörligt metallstycke. Vid strömmens af brytning vrides häf-stången kring sin axel, så att kontaktet upphäfves. - Vid andra afbrytare gör man bruk af en skruf eller ock af en vef, som kringvrides för att sluta eller afbryta ledningen. - Om-kastarne gifvas en liknande inrättning.

Huru ock strömbrytare och omkastare må anordnas, böra de vara försedda med obrännbara och äfven i fuktigt rum väl isolerade bottenplattor, samt så framt de icke kunna ständigt kontrolleras, omgifna med skyddskåpor af obrännbart ämne. Kontaktytornas storlek bör vara afpassad efter strömstyrkan, så att icke nämnvärd upphettning må förekomma, och afståndet mellan dem efter afbrottet så stort, att icke någon varaktig ljusbåge kan uppstå.

Ljuskronor m. fl. andra inrättningar för uppbärande af glödlamporna på ett ändamålsenligt och prydligt sätt. De likna till det yttre de vanligen för andra ljuskällor begagnade anordningar.

Askledare användes ofta äfven vid mindre anläggningar, så snart ledningar utom hus förefinnas. Denna apparat grundar sig därpå, att den af ett åskslag härrörande elektriciteten eger hög spänning och lätt kan öfvergå på afstånd, hvilket däremot icke är förhållandet med den af dynamo-maskinen alstrade elektriciteten. Man kan för den skull förena den från maskinen utgående ledningen med jorden genom en koppartråd med vid pass 4 mm. diameter eller en lina med två eller tre 2 mm:s koppartrådar, och i densamma införes åskledaren. Denna kan utgöra två metallskifvor med ena kanten taggformigt utskuren. Båda skifvorna anbringas i samma plan med de utskurna kanterna på ett litet afstånd sinsemellan. Den i jorden nedgående änden *af tråden förenas med en jordplåt, hvartill man lämpligen kan använda en kopparplåt eller ock galvaniserad järnplåt af 5 mm. tjocklek och minst l qvm:s yta. Ledningen i jorden bör vara af samma metall som plåten. Denna bör helst anbringas vertikalt och alltid i fuktig mark eller i en brunn. Äfven gör inan ofta bruk af vattenledningsröret för samma ändamål.496

Instrumenttafla. Man brukar anbringa de förutnämnda mätinstrumenten, reostaterna m. m. å en stor vid en vägg fäst tafla af trä, skiffer eller marmor. Härigenom erhålles större

FIG. 286.

åskådlighet öfver den ofta ganska invecklade anordningen samt lättare tillgänglighet vid belysningsinrättningens skötsel.

Vi meddela å fig. 286 ett schema öfver anordningen af belysningsinrättningen med glödlampor å badhuset vid Stureplan. D, D beteckna de båda compounddynamos, R, E reostater för reglering af shuntens motstånd och därmed potentialen, S.A säkerhetsapparater, A.S strömbrytare, A ampere- och V voltmetrar samt L, L de båda belysningssystemen.

26O. G löd lampor och båglampor i samma anläggning. - Man behöfver i flera fall göra bruk af båglampor och glödlampor i en och samma anläggning för elektriskt ljus. Om det är ett större antal lampor af hvartdera slaget, gör man bäst att använda en särskild maskin för glödlamporna och en annan för båglamporna. Men för ett fåtal lampor kan det vara lämpligt att begagna blott en maskin. Man kan visserligen göra detta genom att anbringa samtliga lamporna i derivation och därjämte förse de dit hörande ledningarna med jämförelsevis stora motstånd, på det att den förändring en båglampa undergår icke må inverka för mycket på de andra lamporna. Denna anordning föranleder dock alltför stor förlust i elektrisk energi, emedan det införda motståndet upphettas af strömmen i förhållande till i2r, där i är strömstyrkan i derivationen samt r det införda motståndet. Det är därför bättre att i derivationen till huvudledningarna ställa två båglampor i följd efter hvarandra. Gör man för detta ändamål bruk af differentiallampor, t. ex. Pilsenlampor för 43 volt, kan man erhålla stadigt ljus. Om de jämväl i derivation införda glödlamporna erfordrade t. ex. 95 volt, skulle endast 95 - 2 . 43 = 9 volt behöfva kompenseras genom motstånd i derivationen där de båda båglamporna finnas. Naturligtvis kunna flera andra derivationer med hvart sitt par båglampor införas i ledningen. I England har man vanligen 110 volt potentialskilnad mellan hufvudled-ningarna, och när glödlampor och båglampor samtidigt användas, sättas de sistnämnda reglerade för

45 å 47 volt två och två i derivation, i hvilket fall 90 å 94 volt af de 110 tillgodogöras af båglamporna.

261* Cralyaniska batteriers användande för elektrisk belysning. - Man har vid flera tillfällen äfven de senaste åren gjort bruk af galvaniska batterier för elektrisk belysning. Yi hafva redan i tredje kapitlet af detta arbete omnämnt några nyare galvaniska element, som vid dylika anläggningar funnit användning. I synnerhet är det i samband med accumulatorer, som galvaniska batterier kunna med någon fördel begagnas för elektrisk belysning med glödlampor vid smärre

anläggningar. Kostnaden blifver dock temligen hög, och det besvär och obehag, som oftast är förenadt med användandet af starka galvaniska batterier, gör, att man icke gerna tager

FIG. 287.

sin tillflykt till denna metod. Vi inskränka oss här till att anföra några få exempel, där galvaniska element i speciela fall med framgång tillämpats för belysningsändamål.

Trouvé har på flera sätt gjort bruk af staplar för elektriska glödlampor af små dimensioner. Så till exempel vid kråsnålar,

FIG. 288.

halsband och dylikt. Här begagnas för att under en kort tid bringa en liten glödlampa att lysa vanligen kol-zinkstaplar med tre element, anordnade i tre afdelningar af en ebonitdosa, hvars dimensioner äro 6 och 7 cm. vid basen och 10 cm. i höjd. Vätskan ärkalium-bikro-matlösning. En annan och vigtigare tillämpning är en flyttbar glödlampa, sådan fig. 287 visar. Denna lampa slocknar, när hon sättes på bordet, men tändes, när man upplyfter henne. För den skull finnes nedtill en skifva ö, som är förenad med en vertikal stång, genomgående e-bonitkärlet D, hvari stapeln innehålles. Sjelfva glödlampan är anbragt vid locket till kärlet eller vid en ring C, som omgifver dettas öfre kant. Hon är försedd med dubbelt glasom-hölje samt därjämte med en metallbur, ett skydd, som äfven ebonitkärlet eger. Stapeln är bildad af kol och väl amalgamerad zink samt kalium-bikromatlösning. War lampan sättes på ett bord, går skifvan Gr uppåt jämte stången samt locket med de vid detta upphängda elementen, hvilka därvid upplyftas utur vätskan, så att strömmen upphäfves. Om återigen lampan är upplyft, stanna elementen i vätskan, men mer eller mindre allt efter läget hosrmuttern H, hvilken rör sig långs en gängning på den mellersta stången. Denna mutter tjänar således till ljusstyrkans reglering. Lampan kan brinna vid pass tre timmar utan ombyte af vätskan

.och tio eller tolf gånger så länge, innan zinken behöfver ombytas. Hon är i synnerhet afsedd för hushållsbehof eller vid de tillfällen, då lykta begagnas, och är då af stort gagn såsom varande icke eldfarlig, lätt att antända och släcka samt lätt att reglera, allt efter som mera eller mindre ljus tages i anspråk. Den kan för öfrigt med fördel användas vid undersökning af gasledningar och vid andra tillfällen, då explosiva gasblandningar äro att befara, vid nattvakt å fabriker o. s. v.

Fig. 288 visar en annan transportabel glödlampa jämte därtill hörande stapel. Denna lampa härrör af G. Larochelle och förevisades i Paris vid en liten utställning å observatoriet därstädes för några år sedan. Hon är afsedd icke som den förra att blott tillfälligtvis användas kortare tider, då en lätt flyttbar ljuskälla behöfves, utan att tjäna som belysning i ett rum i stället för en oljelampa och för att ersätta de nu så allmänt begagnade fotogenlamporna. Stapeln utgöres af 8 element med kol, zink och vätska, inneslutna i ett cylindriskt kärl af ebonit, deladt genom radiela mellanväggar i 8 afdelningar. Hvartdera af dessa element utgöres af en zinkstång samt två stänger af agglomereradt kol. Samtliga dessa stänger äro fästa på en ebonitskiva, från hvilken de nedhänga och med hvars tillhjälp de kunna höjas och sänkas, på sätt af figuren synes. Ljusstyrkan regleras härigenom. Kärlet innehåller 3 kg. vätska. Stapeln lemnar 15 ampere-timmar utan märkbar försvagning samt kan

under 6 å 8 timmar hålla en glödlampa lysande tillräckligt intensivt för att man vid dess sken kan läsa, skrifva, sy o. s. v.

Den använda vätskan erhålles genom att i en koncentrerad salmiak-lösning lösa kromsyra, så att blandningen visar 30 å 35° Baumé. Härtill sättes per liter 10 kbcm. af en lösning af 300 gram röd öjVicksilfveroxid uti en liter klorvätesyra.

Vi vilja slutligen omnämna ett af ingeniör Strehlenert härrörande urställ med en liten glödlampa till belysning af ett därpå upphängdt ur under natten. Här begagnas två torra element, hvilkas ström slutes genom att trycka på en knapp, så länge ljuset erfordras.

262. Accumulatorers användande vid elektriska belysningsinrättningar. - Vid de nyare anläggningarna för elektrisk belysning har man i vidsträckt skala gjort bruk af accumulatorer. Man erhåller därigenom så väl större jämnhet och säkerhet vid belysningen som ock sålunda möjliggöres att med samma maskiner utvidga denna. Äfven i ekonomiskt hänseende kan man åtminstone i vissa fall erhålla ett gynsammare resultat, i synnerhet när några timmar af dygnet ett fåtal och andra ett stort antal glödlampor skola vara i verksamhet.

FIG. 289.

Man kan på flera olika sätt tillgodogöra accumulatorer för elektrisk belysning. Vi anföra de förnämsta af dem:

a) För magasinering af elektriciteten, så att denna kan användas äfven de timmar af dygnet, när maskinen icke är i gång. Det är vanligt vid större belysningsanläggningar, att antalet glödlampor, som under olika tider böra lysa, är mycket olika. Skulle man låta maskinen vara i rörelse hela tiden, vore detta i flera hänseenden olämpligt, men om ett accumulatorbatteri laddas, kan man sedermera göra bruk däraf för belysningen, då denna endast behöfver vara af ringa utsträckning.

1) Vid belysning af en fabrik eller annan anstalt, hvarest kraftmaskinen tillika begagnas för drifvande af en dynamo. Den tid, då maskinen är i gång, laddas accu-

mulatorbatteriet, hvilket därefter kan användas för belysningen.

c) Por magasinering af elektricitet, när öfverflödig maskinkraft är tillfinnandes, hvilken sedermera användes, när brist på samma

kraft eger rum. Denna anordning är fördelaktig för stora anläggningar. Man har nämligen under de timmar det största antalet lampor är af nöden belysning så väl direkt med dyna-mön som genom accumulatorerna.

d) Tör fullständigare tillgodogörande af ett vattenfall, hvars effekt magasineras medelst batteriet under de timmar maskinerna icke äro i verksamhet

e) Likaså för tillgodogörande af vindens effekt vid ett vindhjul. Man använder detta för drifvande af dynamon för laddningen. Accumulatorerna kunna sedermera begagnas vid be-

FIG. 290.

lysning. Den bekante elektrikern Brush har för sin villa i Cleveland utfört en dylik anläggning.

f) För reglering till konstant potential, i fall maskinens hastighet är ojämn. Man anbringar då ett litet accumulatorbatteri parallelt med maskinen, hvarigenom dennas spänning utjämnas. Strömmen kan tagas ur batteriet samtidigt eller sedermera.

g) Vid tre- eller femledaresystemen på sätt vi förut (§§ 251 & 252) antydt.

h) Såsom reserv vid särdeles vigtiga belysningsanläggningar, t. ex. vid teatrar.

^ Allt efter det olika ändamål, hvartill accumulatorbatteriet för belysningen användes, måste ledningarna gifvas olika anordning. Fig. 289 visar exempelvis, huru vid accumulator-fabriken i Hagen (Tudors system) ett batteri införes i belys-ningsinrättningen, då man gör bruk af en shunt-dynamo af tillräckligt hög spänning för att kunna ladda batteriet med dess element, anbragta i följd efter hvarandra, således med c:a 25 proc. högre potentialskilnad än glödlamporna i anläggningen. Lamporna kunna lysa under laddningen. Å figuren betecknar L hufvudledningen till lamporna, S accumulatorbatteriet, A ampere- och V voltmetero, S, S säkerhetsstycken med blytrådar, D dynamon, R regleringsmotstånd till dess elektromagnet-shunt, r visare, angifvande strömriktningen, E anordning för att kunna införa ytterligare ett eller flera element i batteriet, när dettas spänning under urladdningen sjunker, H, H med handtag törsedda vridbara omkastare samt O en automatisk omkastare eller strömbrytare. Den sistnämndas ändamål är att förhindra accumulatorernas urladdning genom dynamo-ma-skinen och dennas skadande, i händelse den af någon orsak skulle stanna. Den automatiska strömbrytaren afbryter nämligen

förbindelsen mellan accumulatorerna och dynamo-maskinen, så snart strömmen så förvagats, att fara för dess omkastning kan uppstå, men sluter ånyo ledningen, när strömmen återfår sin ratta styrka.

Man har en mängd olika konstruktioner för sådana strömbrytare. Vi anföra såsom exempel en i fig. 290 afbildad, af

ingeniör K. Wallin konstruerad apparat af detta slag. Afbildningen visar schematiskt anordningen af strömbrytaren samt huru denna förenas med dynamo-maskinen och accumulatorerna. A och J5 äro elektromagneter med dubbel trådlindning: den inre af grof tråd i ett par lager, den yttre med fin, lång tråd, som således utöfvar stort motstånd. Nar maskinen sättes i gång, genomlöper strömmen först den fina, långa tråden, men icke den grofva, korta tråden. Elektromagneten kommer härvid i verksamhet, och ett polariseradt ankare N, N± attraheras vid den högra änden och repelleras vid den venstra. Därvid upplyftes den af N genom en isolerande rulle uppburna fjädern be, så att kontakt uppkommer mellan metallstycket a och fjäderns ände c. På detta sätt slutes hufvudströmmen från dynamo-maskinen genom de grofva trådlindningarna från elektromagneterna och till accumulatorerna, hvarefter laddningen kan fortgå, så länge potentialskilnaden vid accumulatorerna är mindre än vid maskinen. Men närma sig dessa till hvarandra i storlek, vrider ankaret N N± sig i sitt ursprungliga läge och hufvudströmmen afbrytes vid a.

FIG. 291.

263. Exempel å accumulatorernas användande vid belysningsanstalter. - För att tydligare visa accumulatorernas tillämpning för i fråga varande ändamål, skola vi anföra ett par exempel å stora anläggningar af detta slag.

FIG. 292.

Belysningen af operan och 'kejserliga teatern i Wien. Vi hafva redan å sid. 490 omtalat denna. I fig. 291 visas ett schema för densamma. Stationen är belägen på något afstånd från teatrarne. Från stationen gå kablar K, K till de i källaren anbragta batterierna. Dessa äro tre, I, II, III, hvartdera innehållande 54 element i följd och tre parallelt, således tillsammans 486 accumulatorer, hvilka äro af Farbaky och Schenecks system (se sid. 163). Häruti äro äfven reservelementen inbegripna. Batteriet III tjänar för scenens belysning, och från detsamma utgår ett vanligt tvåledaresystem B. Batterierna I och II användas för teaterns öfriga delar och från dem utgår treledaresystemet A. De tre batterierna kunna under sex timmars tid förse med elektricitet 3,600 sextonljuslampor. Från accumulatorerna utgå koppars tänger (7, (7, hvilka utgöra hufvud-ledningarna, samt från dessa de primära och sekundära deriva-tionerna A± och Az. Glödlampornas hela antal är 5,300 af 10 till 40 ljus. Dessutom finnas 15 båglampor. Vanligen betjänas en del af lamporna omedelbart från maskinerna.

Belysning vid en utställning i Berlin. Vid en år 1889 i Berlin varande utställning anordnade Siemens & Halske elektriska belysningen enligt femledaresystemet och med begagnande af

accumulatorer. Den elektriska energien erhölls vid firmans fabrik i Charlottenburg på 3,5 kilometers afstånd från utställningen medelst en dynamo af 556 volt och 90 ampere. Strömmen fördes genom en dubbel kabel af 50

qvmm. tvärskärning. Därefter grenade den sig vid utställningen i fem ledare, mellan hvilka potentialskilnaden blef 114 volt. Medelst ett par fina trådar och voltmeter uppmättes i Charlottenburg potentialskilnaden mellan de båda yttersta ledarne. Fyra batterier af 58 accumulatorer voro anbragta i följd, hvartdera med 114 volt potentialskilnad. När belysningsledningarna voro belastade, upptogo accumulatorerna endast föga ström, men dessa laddades

starkare, då belastningen var ringa. I följd däraf var det tillräckligt att använda accumulatorer af ringa kapacitet. Men för ansenligare variationer i förbrukningen visade det sig nödvändigt att begagna andra regleringsmedel. Man kan använda en apparat, som automatiskt inför flera motstånd i ledningen. Fig. 292 visar schematiskt dess anordning. I derivation till två af de mellanvarande trådarne, t. ex. 2 och 3 är en relais R anbragt äfvensom en följd af motstånd J?', hvilka sluta med metallstycken, hvaröfver ett cirkelsegment K vrider sig omkring en axel A. På samma axel sitter en trissa, öfver hvilken ett snöre är böjdt, uppbärande två järnkärnor N^ och JV2. Dessa höjas och sänkas uti hvar sin trådspiral S^ och Ä2. Framför relaisen E finnes ett ankare U, hvilket attraheras, när potentialskilnaden mellan 2 och 3 ökas. I så fall uppstår kontakt vid st, hvarvid spiralen S2 kommer i verksamhet och attraherar JY2. Segmentet K vrides härvid och inför ett större antal motstånd i derivation. Strömstyrkan ökas och potentialskilnaden sjunker härvid. Går detta för långt, lösgöres U och fjädern F åstadkommer kontakt vid sa, så att 8^ neddrager NI och potentialskilnaden normala värde återställes.

Accumulatorers användande vid fabrikers belysning. Vid en fabrik, där en kraftmaskin redan finnes, kan man ofta med fördel begagna accumulatorer dels såsom reserv, när motorn står stilla, och dels för reglering, då strömmen från dynamo-maskinen varierar vid motorns olika belastning. Vi anföra ett exempel af en utaf Chevrier utförd anläggning af detta slag. Bet gällde här att förse verkstäderna, kontorslokalerna och boningsrummen med ström för glödlamporna ända till en bestämd timme på aftonen, då motorn stannade, och därefter belysa kontor och boningsrum. För den skull har man användt 100-volt-lampor uti verkstäderna och lör öfrigt 70-volt-lampor. Fig. 293 visar schematiskt den härför begagnade anordningen.

Dynamon lemnar ström vid 110 volt och kan därför ladda 44 accumulatorer. Dessa sättas i förbindelse med dynamon, och i ledningen införes en automatisk omkastare för att åstadkomma afbrott, när motorns hastighet förminskas under en viss gräns och att sålunda förebygga batteriets urladdning genom maskinen. Från batteriet gå tre ledningar. Den första utgår från positiva polen af elementet n:o 2 och tjänar till gemensam positiv ledning för så väl 100-volt- som 70-volt lamporna. Den andra utgår från det 43:dje elementets negativa pol och förser 100-volt-tamporna med ström; den tredje går från det 31:sta elementets negativa pol och betjänar 70-volt-lamporna. Man får således två grupper, den ena med 42, den andra med 30 element.

Sedan accumulatorerna under dagen laddats, har man med den första gruppen en disponibel elektromotorisk kraft af506

42 X 2,5 = 105 volt och med den andra gruppen af 30 X 2,5 =75 volt. Beräknas 5 volts förlust i ledningen, har man således vid lamporna den erforderliga potentialen. Men detta gäller endast under det motorn är i gång, och accumulatorerna äro då endast regulatorer för den af dynamon lemnade strömmen, hvarvid man utjämnar de oregelbundenheter, hvilka härröra af variationerna i maskinens hastighet. - Sedan motorn stannat, afbrytes ledningen från 100-volt-lamporna, och man underhåller 70-voltslamporna med 42 accumulatorer. Dessas elektromotoriska kraft har nu nedgått till 1,8 volt per element, så att man har 1,8 X 42= 75,6 volt till sin disposition.

FIG. 293.

O-

För inställningen använder man af brytarne A och (7 samt den dubbla kommutatorn J5. När accumulatorerna skola laddas under dagen, och lamporna således icke behöfva lysa, öppnas ledningen medelst (7, hvaremot A slutes. - Om så väl 100-som 70-volt-lamporna skola förses med ström från både dynamon och batteriet, slutes A och C, hvarjämte S:s inre del har kontakt vid 1. - Slutligen när endast 70-volt lamporna skola användas, slutes (7, hvaremot man öppnar A och inre delen af S gifves kontakt vid 2.

Det förtjänar anmärkas, att A och S äro sinsemellan förenade, såsom afbildningen visar, så att icke genom oförsigtighet vid skötseln 70-volt-lamporna kunna utsättas för den högre potentialen, hvarigenom de snart skulle förstöras.

I vårt land äro många elektriska belysningsanläggoingar försedda med accumulatorbatterier. Yi anföra exempelvis Biin-«owska huset i Stockholm, Inteckningsbolagets hus och Miinchens bryggeri i samma stad, Jönköpings tändsticksfabrik, Lunds domkyrka o. s. v.

264. Vexelströmmars användande Tid elektriska toelysilingsinrättningar. - Man har de senare åren i vidsträckt skala gjort bruk af vexelström-maskiner jämte transformatorer för elektrisk belysning. Genom de anordningar vi i det föregående beskrifvit, kan man fördela elektriciteten inom en icke allt för stor omkrets. Men för att genom sådana medel förse ett vidsträcktare område med elektriskt ljus, får man göra bruk af flera stationer, emedan hufvudledningarna eljest erfordra allt för stor diameter. Man har emellertid sökt att på annat sätt lösa problemet om elektricitetens fördelning, nämligen med användande af transformatorer, genom hvilka man af en stram med hög potential kan erhålla en annan ström med jämförelsevis liten potential men af stor intensitet. I hufvudledningarna framgår däremot blott en jämförelsevis svag ström, och för denna är en temligen fin ledning tillfyllestgörande. Det blifver härigenom möjligt att kunna föra elektriciteten långa sträckor, utan allt för stora kostnader. Men visserligen får man i stället göra bruk af vexelströmmar, hvarigenom dels accumulatorer icke kunna användas, dels elektriska motorer icke fullt lika väl kunna drifvas af strömmen och slutligen fara uppstår genom de höga potentialer man får använda. Yi anse det icke heller sannolikt, att dessa anordningar komma att ersätta de förut beskrifna i annat fall än då dynamo-maskinerna måste anbringas långt aflägset från de ställen, där det elektriska ljuset skall alstras, t. ex. när man vill tillgodogöra ett på några kilometers afstånd varande vattenfalls kraft för elektrisk belysning.

Vi hafva redan i det sjette kapitlet redogjort för vexelström-maskiner och transformatorer och behöfva nu blott omnämna, huru de begagnas för elektrisk belysning. Vid de första försöken häröfver, som af Gaulard och Gibbs utfördes, anbragtes alla transformatorerna med sin primära ledning i serie uti den från maskinens poler utgående hufvudledningen. Detta har den fördel, att en jämförelsevis ringa vigt koppar hos den primära ledningen erfordras, men medför i stället den olägenhet, att om en transformators primära ledning skadas, hela anläggningen kommer i olag. Därför anbringar man nu mera transformatorerna i derivation af hufvudledningen. Zipernowsky, Déri och Slafhy voro de första, som gjorde bruk af en sådan anordning. Man kan härvid antingen på samma sätt som vid glödlampor anbringa transformatorerna omedelbart i derivation

till hufvudledningen från vexelström-maskinen eller ock göra bruk af matareledningar (feeders), hvilka gå från dynamon till bufvudledningarna (jämför sid. 474, fig. 272), som i sin ordning föra strömmen till transformatorernas primära ledningar.

Vid belysningen med glödlampor medelst transformator är det af stor vigt att erhålla konstant potentialskilnad mellan dennas sekundära ledning. Eör den skull erfordras, att den primära strömmen själf verkar med konstant spänning. Man kan på olika sätt vinna detta ändamål, och vi hafva redan i fråga om Zipernowskys vexelström-maskin (§ 179) visat en härför använd metod. En annan, som härrör af Kapp, fram-

Flö. 294.

ställes schematiskt uti fig. 294. AAf och I>JBf äro de båda ledarne, till hvilka transformatorn T är stäld i derivation. Jämte denna anbringar man en andra transformator t, kallad regulator, hvars primära ledning är förenad med AA! och jBJS', under det att en föränderlig del mn af dess sekundära ledning är anbragt i följd med transformatorn T:s primära ledning af}. Ben elektromotoriska kraft, som induceras i mn bör kompensera de vexlingar i spänningen, hvilka uppstå mellan polskruf-varne a och (i till T, när flera eller färre glödlampor än det normala antalet äro i verksamhet. Man behöfver för den skull blott i mån af behof förändra antalet trådspiraler mn, och detta sker automatiskt genom en mekanism, som hufvudsakligen består af en relais, hvars trädspiral genomgås af den primära strömmen i T.

Belysningen med vexelströmmar begagnas icke så mycket vid smärre anläggningar som icke mera vid centralstationer, och vi återkomma något längre fram till exempel i detta hänseende. I Sverige är detta belysningssätt blott föga användt, men torde i framtiden med hänsyn till vårt lands rikedom på vattenkraft, hvilken sålunda på stort afstånd kunde tillgodogöras, vinna vidsträckt tillämpning.

265. Lahmeyers system för elektricitetens fördelning på stort afstånd. - De olägenheter, som vexel-

strömmarnes användande medför, har gjort, att man försökt att kunna medelst likriktade strömmar af hög spänning vinna samma ändamål. Vi skola i korthet omnämna den metod Lah-meyer härför angifvit, och hvilken tillämpades vid elektricitets-utställningeh i Frankfurt a. M. år 1891. Firman W. Lah-meyer & C:o hade där en anläggning för öfverförande af elektrisk energi från Offenbach till den mer än 10 kilometer därifrån befintliga utställningen. I Offenbach frambragtes strömmen medelst en fyrpolig Lahmeyers dynamo med 2,000 volt och 25 ampere. Denna maskins elektromagneter underhöllos med strömmen från en vanlig anläggning tör glödlampor. Den var för Öfrigt anordnad med truminduktor, hvars trådlindning låg nedsänkt i fördjupningar, uttagna i järnkärnan. Maskinen var reglerad för konstant potential med ett regleringsmotstånd i shunten, där endast 110 volt spänning förefanns. Den i induktorn alstrade strömmen fördes genom en dubbel ledning med 6 mm. diameter hufvudsakligen på telegrafstolpar, men på Mainbryggan genom kablar. Yid utställningen transformerades strömmen till 110 volt medelst en likströmstransformator af samma uppfinnares system (se § 204).

Lahmeyer gör följande beräkning öfver verkningsgraden vid en dylik anordning med elektricitetens fördelning genom strömmar af hög spänning. Han antager en verkningsgrad af ända till 93 proc. hos dynamon, 7 proc. iörlust hos ledningarna vid full belastning, 90 proc. verkningsgrad hos transformatorn och slutligen 6 proc. förlust i fördelningsnätet med låg potential. Då blifver totala verkningsgraden

0,93 X 0,93 X 0,90 X 0,94 = 73,2 proc.

Äfven vid half belastning beräknas lika hög effekt, emedan förlusten i ledningarna blefve mindre, ehuru visserligen transformatorns verkningsgrad blefve lägre. Men utan tvifvel äro dessa förutsättningar i allmänhet alltför gynsamma.

266. Faran vid Mga potentialers användande. -

Den elektriska strömmens användande för belysning medför visserligen icke i det hela taget ens så pass betydande faror som lysgasens bruk for samma ändamål, men den erfordrar åtskilliga försigtighetsmått både med hänsyn till personer och egendom. Vi hafva redan förut (§ 257) antydt de säkerhetsåtgärder, som vid de vanliga anordningarna för elektrisk belysning böra vidtagas, på det att icke fara genom trådarnes starka upphettning må uppstå. Men gör man bruk af vexelström eller af likriktad ström med hög potential äro särskilda skyddsåtgärder erforderliga. Det bör dock härvid anmärkas, att man för den inre belysningen af byggnader ytterst sällan använder höga

potentialer, utan med vexelström genom transformatorer nedsattes spänningen till c:a 100 volt, och med båglampor för likriktad ström anbringas lamporna i derivation, så att icke heller i detta fall potentialen behöfver stiga till någon betänklig höjd. Däremot är det mycket vanligt att vid yttre belysning med båglampor, då dessa

ställas i följd, spänningen i ledningarna uppgår till flera hundra eller till och med tusental volt. Man följer härvid vanligen den regeln, att om spänningen öfverstiger 500 volt för likriktad ström samt 200 volt för vexelström ledningen bör förses med isolering, ehuru visserligen ofta blanka trådar begagnas äfven i detta fall, Men om ledningar med sä höga potentialer äro lätt åtkomliga, böra de alltid förses med pålitlig isolerande betäckning, och det är äfven lämpligt, att utanpå denna anbringa ett ytterligare skydd. Ar detta en metallbeklädnad, t. ex. ett blyöfverdrag, bör detsamma sättas i ledande förbindelse med jorden.

Att vexelströmmen, sådan man vid belysning använder den, är farligare än den likriktade strömmen, är otvifvelaktigt, och icke få olycksfall hafva egt rum genom belysningsledningar för vexelström med hög potential, men äfven den likriktade strömmen har föranledt sådana (jämför § 162). Af de flera olika undersökningar, som blifvit anstälda för att utreda den relativa faran af dessa olika slags strömmar, anföra vi de i England af Lawrence och Harrie gjorda försöken. Vid dessa begagnades såsom elektroder tennskifvor, å hvilka de personer, som undersöktes, lade de utbredda händerna. Menniskokroppens ledningsmotstånd bestämdes med Wheatstones brygga samt spegelgalvanometer eller telefon. Med tio personer erhöllos följande resultat:

r " . o , Med torra händer Med fuktiga händer

Ledningsmotstånd ... ... , e

i *nrn likriktad vexel- likriktad vexelström ström ström ström

maximum 36,000 2,200 25,000 1,650

minimum 7,000 1,400 6,900 1,200

medeltal.....14,475 1,740 9,750 1,437

Menniskokroppens motstånd mot likriktad ström skulle efter dessa försök vara vid pass 6,8 gånger så stort som mot vexelström vid fuktiga händer och 8,3 gånger så stort som då händerna äro i sitt naturliga tillstånd*

Bärjämte gjordes af de båda nyssnämnda forskarne en jämförelse mellan kroppens känslighet i ena och andra fallet. Det visade sig, att de flesta personer utan obehag kunna tåla en likriktad ström af 10 milliampére, men icke starkare vexelström än l å 2,5 milliampére. Med hänsyn till kroppens mindre motstånd för vexelströmmen, skulle således faran vid dennas

användande vara många gånger större än med likriktad ström af samma spänning. Men utan tvifvel äro flera omständigheter här att uppmärksamma, bland andra antalet strömvexlingar, hvilket vid de nu nämnda försöken utgjorde 300 i sekunden. "Vi skola nu taga i betraktande ett anvärkningsvärdt exempel i detta hänseende.

Enligt de undersökningar ffArsonval i Paris anstalt, åstadkomma vexelströmmar af sinusoidal natur med ett stort antal perioder icke någon smärta och muskelkontraktion men höja förbrukningen af syrgas och föranleda förökad afsöndring af kolsyregas. När antalet strömvexlingar i sekunden småningom förökades växte de nyssnämnda företeelserna ända till 2,500 å 3,000 vexlingar och blefvo oförändrade mellan 3,000 och 5,000, men aftogo till 10,000, det högsta antal, hvartill försöken utsträcktes. En ström med 3,000 vexlingar kännes således smärtsammare än en på 10,000 och denne förorsakar långt mindre smärta än en ström med 150 eller ännu färre vexlingar i sekunden. d'Arsonval drager häraf den slutsats, att vexelströmmar med samma energi äro så mycket mindre farliga ju större antalet polvexlingar är. Detta vigtiga resultat synes bekräftas af de undersökningar vi i nästa paragrafskola anföra.

267. Teslas försök med vexelströmmar af hög spänning och stort antal strömvexlingar. - Helt nyligen har den amerikanske elektrikern Tesla anstalt en följd af experimentala undersökningar öfver vexelströmmar med långt högre potential och långt hastigare vexlingar än dem man vanligen för belysning begagnar, och han har därvid kommit till resultat af stort intresse. Vi skola här i korthet anföra de vigtigaste af dem.

Tesla använde särskilda apparater för att kunna åstadkomma ända till 10,000 perioder i sekunden. En af dessa apparater liknar i någon mån Ferrantis vexelström-maskin med zig-zag-formig elektromagnetlindning. Dess

magnetiska fält har 384 järnkärnor, framskjutande från en yttre smidjärnsring. Den roterande induktorn med l m. diameter har äfven 384 spiraler, hvardera med endast ett ringa antal trådhvarf. Vid 3,000 hvarf i minuten erhölls 9,600 fullständiga perioder, d. v. s. 19,200 strömvexlingar i sekunden. En annan metod, som Tesla begagnar för att erhålla ett ännu större antal perioder, är grundad på en kondensator, t, ex. en laddflaskas oscillatoriska urladdningar. Fig. 295 visar schematiskt en härvid begagnad anordning. En vanlig vexelström, hvilken gifver omkring 100 strömvexlingar i sekunden, lemnar den primära strömmen till en induktionsapparat J1. Dennas sekundära ledning är förenad

med kondensatorn C, hvilken är ständ i följd med den primära ledningen till en annan induktionsapparat J2. En urladdare D är införd i ledningen på sätt figuren antyder. När en gnista öfvergår vid D, uppstår, såsom redan Feddersen visat*), en oscillatorisk urladdning, då motståndet är ringa. Härigenom fås 300,000 till 1,000,000 perioder i sekunden. Oscillationerna skulle snart upphöra, om de icke förnyades genom urladdningar vid D. De induktionsapparater, som vid dessa försök begagnats, ega i de flesta fall icke järnkärna, ty denna skulle under här varande förhållanden allt för starkt upphettas. Por att isolera trådarne användes ett dubbelt lager af silke, som är

FIG. 295.

kokadt i paraffin. Upplindningen sker på ebonitspolar och trådspiralen nedsänkes därefter i den smälta paraffinmassan tills de sista spåren af luft och vattenånga utdrifvits. Dessutom har Tesla ofta spiralerna under försöken nedsänkta uti olja, hvilken är det bästa isoleringsmedlet.

De fysiologiska verkningarna af de så frambragta strömmarne med ofantligt stort antal perioder och hög spänning, synas icke på långt när vara så betydande söm vid de vanligen begagnade vexelströmmarne. Under det att vexelström-maskinen själf är mycket farlig, kunde Tesla utan allvarlig olägenhet med endera eller t. o. m. med båda händerna beröra induktions-apparaternas poler. Urladdningen därifrån frambringar blott en oangenäm stickning, som försvagas, om man såsom mellan-lag gör bruk af ett föremål med temligen stor yta, d. v. s. med en viss laddningskapacitet.

Ljusfenomenen, som med dessa strömmar frambringas, äro särdeles anmärkningsvärda. Eedan vid en svag ström i den primära ledningen, får man mellan polskrufvarne en kontinuerlig urladdning i form af en smal ljustråd, som är mycket känslig för yttre inflytanden. Vid starkare ström får urladdningen form af en verklig flamma. Om man sedermera ökar antalet perioder, är den energi, hvilken åt alla sidor utströmmar under form af ljusföreteelser, så stor, att slagvidden vid

*) Se t. ex. Lärobok i Fysik, p. 760.

nrladdaren måste minskas, fastän potentialen är mycket större. E Q isolerad tråd, fäst vid en af polskrufvarne, blir lysande. Har man två koncentriska blanka trådar, böjda i ringform och

FIG. 296.

FIG. 297.

båda förenade genom isolerade trådar med hvar sin polskruf, kan man erhålla en lysande ring. Men af största intresset äro de ljusfenomen, hvilka framträda i förtunnade gaser. Om en på ett särskildt sätt preparerad koltråd, hvilken kan uthärda hög temperatur utan att för hastigt förstöras, insattes i en glödlampa, börjar tråden att glöda vid en ström af viss styrka med svag potential och vanlig period. Vid hög potential och hastiga strömvexlingar börjar glaset och tomrummet att fos-forescera. Slutligen blifver kol tråd en allt dunklare under det att inlednings-trådarne fortfarande glöda, hvilket visar, att urladdningens energi allt mer genomgår tomrummet. Vid ett försök användes blott en inledningstråd, som i lampan var förenad med ett stycke af en där insatt rät koltråd. Glasets yttre motstående del var försedd med metallisk beklädnad (se fig. 296). Tomrummet kommer då att lysa med violett ljus. Detta förstärkes om den yttre beklädnaden förenas med en metallplåt, så att dess kapacitet ökas, äfvensom i fall den sekundära trådspiralens andra

pol på samma sätt behandlas. Man kan på så sätt få koltråden att glöda. Verkan är på visst sätt analog med den, som eger rum i Crookes rör*).

*) Se Lärobok i Fysik, p. 863. Elektriciteten.

Tesla har försökt konstruera på dessa grunder beroende lampor till belysningsändamål. Fig. 297 visar en af dem. e är en kula af kol, k isolerande beklädnad till ledningstråden, l den yttre metallbeklädnaden.

Vid en annan lampa begagnas icke någon yttre ledning, utan den elektrostatiska verkan är tillräcklig att frambringa ljusfenomenen.

Huruvida detta belysningssätt kan blifva af något praktiskt värde är ännu omöjligt att afgöra.

268. Centralstationer för elektrisk belysning af städer. - De anordningar för elektrisk belysning vi hittills \agit i betraktande äro hufvudsakligen afsedda för belysning inom ett temligen inskränkt område, t. ex. ett boningshus, en teater, en fabrik o. s. v. Men om man har för afsigt att från samma belysningsstation förse många tusen lampor med elektricitet, såsom förhållandet måste vara, då större städer skola erhålla elektriskt ljus, måste man använda inrättningar, som i vissa hänseenden icke obetydligt afvika från de nu beskrifna.

Man använder vid det redan stora antal centralstationer, som uppstått under de tio år, det elektriska ljuset i vidsträcktare skala begagnats, flera olika system. Till en början får man skilja mellan stationer med vexelström och likriktad ström. Ben förra användes nästan endast, då drifkraften och således elektriciteten hemtas från ett aflägset beläget ställe, så att det skulle blifva för kostsamt att direkt leda strömmen, utan man nödgas, på sätt vi nyss visat, att först frambringa ström af hög spänning och jämförelsevis ringa intensitet, hvarigenom den kan föras uti smala trådar för att sedermera genom transformatorn förvandlas till låg potential och stor intensitet, så att den kan fördelas till ett stort antal glödlampor under de förhållanden dessa betinga. Med likriktad ström får man olika anordningar, allt efter som man gör bruk af tvåledaresystemet, hvilket dock endast medgifver en belysningsradie af 500 till 600 meter kring stationen, eller treledaresystemet, med hvilket en dubbelt så stor radie kan användas utan att ledningen blifver allt för kostsam. Det sistnämnda är det numera helst begagnade. Sällan gör man bruk af femledaresystemet, emedan stationens anordning blifver allt för invecklad.

Vid de nyare stationerna med likriktad ström hafva accu-mulatorerna tillämpats i vidsträckt skala. Det har nämligen visat sig ekonomiskt fördelaktigt att begagna accumulatorer i stället för att låta de stora dynamo-maskinerna gå under hela dygnet. Men accumulatorerna åstadkomma en icke ringa förlust i elektrisk energi, och deras underhåll är förenadt med åtskilliga obehag. Genom den garanti, som åtskilliga

stora firmor ikläda sig för de af dem levererade accumulator-batteriernas bestånd, kan man dock numera med trygghet beräkna den kostnad accumulatorerna medföra. Dessutom lemnar accumulatorernas användande den fördel, att i händelse af någon tillfällig skada å motorer eller dynamo-maskiner ett reservförråd af elektricitet medgifver belysningens upprätthållande.

Af den förteckning å elektriska centralstationer i Europa, som år 1891 meddelades i "Offizielle Zeitung der Internatio-nellen Elektrotechnischen Ausstellung" framgår, att af de där upptagna stationerna 38 voro anordnade efter tvåledaresystemet med likriktad ström, hvaraf de båda största, nämligen i London, hade 20,000 glödlampor hvardera. Treledaresystemet med likriktad ström tillämpades af 38 stationer, hvaraf den största med 40,000 glödlampor äfven finnes i London. Femledaresystemet användes af 3, hvaraf den största i Paris med 22,500 lampor. Af stationer med likströmstransformatorer finnas äfven 3, hvaraf den största i London (Chelsea) med 10,000 lampor. Likströms-vexelström-transformatorer har endast stationen i Cassel med 3,500 lampor. Däremot utgör antalet stationer med vexelström icke mindre än 70, hvaraf 37 äro utförda efter Ganz & C:os och Helios system. Den största af de sistnämnda är i Rom med 39,000 lampor. Af de efter andra system utförda stationerna för vexelström må anmärkas Deptford-stationen i London med 90,000 lampor, två andra stationer i denna stad med resp. 100,000 och 40,000 lampor samt en af Oerlikon-fabriken utförd station i Zurich med 135 båglampor

och 20,000 glödlampor. Vid stationerna med likriktad ström hafva 31 accumulatorer, anbragta parallelt med dynamo-maskinerna samt 5 accumulator-stationer af andra ordningen, hvilka laddas i serie. Dessutom finnas 29 andra stationer för likriktad ström, men där lamporna, dels båg- och dels glödlampor, äro stälda i serie. Denna förteckning är dock långt ifrån fullständig.

Vi återkomma snart till en redogörelse för några af dessa belysningsstationer.

269. Dynamo-maskinerna till centralstationer. -

De dynamo-maskiner man använder vid stora centralstationer äro i flera fall väsentligt olika med dem vid vanliga elektriska belysningsanläggningar. Vi hafva redan (§ 134) omtalat Edisons stora dynamo-maskin, hvilken man gjort bruk af för 1,000 å 1,200 glödlampor hvardera. De drifvas med 350 hvarfs hastighet i minuten af en 125 å 150 hästars ångmaskin, hvars vef verkar omedelbart å dynamons axel. Detta medför visserligen enkelhet i anordningen, men jämväl den olägenhet, att stor förlust eger rum, när blott ett fåtal lampor är i bruk.516

ELEKTRISK BELYSNING.

Vid nyare edisonska anläggningar gör man i stället bruk af flera hopkopplade mindre maskiner, nämligen för 500 sextonljus-lampor hvardera, af hvilka två maskiner drifvas af en ångmaskin medelst remutvexling till två svänghjul. Dynamons hastighet är här 500 å 800 hvarf. Den är alltid en shunt-

dynamo, och potentialskilnaden mellan polskrufvarne uppgår till 110 å 120 volt med undantag för municipalsyste-met (se p. 456).

Bland de stora dynamo-maskiner för likriktad ström, som i Europa begagnas, skola vi taga i närmare betraktande den af Siemens & Halske vid flera centralstationer använda, och hvars anordning framgår af fig. 298 och 299. Man har här tio orörliga elektromagneter af rektangulär tvärskärning, fastsatta vid omkretsen af en järnring AAj vid hvars midt rotationsaxeln O befinner sig. Vid sidan af ringens nedre del finnes ett U-formigt stöd, hvarigenom den kan fästas vid foten £ till ångmaskinens ställning. Den är likväl icke orubbligt fastsatt därstädes, utan endast fastskrufvad, så att man kan förändra elektromagneternas läge genom att flytta föreningsstället. Elektromagneterna äro stälda i shunt. Induktorn c, c, hvilken roterar kring axeln O, är af egendomlig inrättning. På nämnda axel sitter ett stjärnformigt stöd D med flera armar och vid dessas ändar grofva bultar parallela

FIG. 298.

FIG. 299.DYNAMO-MASKINERNA TILL CENTRALSTATIONER. 517

med O. På dem äro från hvarandra isolerade ringformiga järnblecksskifvor a, a uppsatta, hvilka bilda induktorns kärna. Induktorns ledning är bildad af kopparstänger d, hvilka äro anbragta efter generatriser till den af järnblecksskifvorna formade cylindern. De yttre stängerna äro mycket gröfre än de inre, emedan de tillika tjänstgöra såsom lameller i kollektorn, och de äro anordnade såsom dylika.

Borstarne äro inrättade på följande sätt. På axeln O finnes jämväl en stjärnformig skifva med sex armar E, hvardera med en horisontal del G, som utgör en borsthållare. Borstarne kunna inställas medelst en hafstång, hvilken står i förbindelse med en kugghjulsutvexling.

De nu omtalade maskinerna hafva 3 m. yttre diameter samt lemna nära 3,000 ampere och 140 volt vid 80 hvarf i minuten. Deras elektriska verkningsgrad är 95 proc.

Dessa maskiner benämnas maskiner med inre poler.

Por de stora dynamo-maskiner, hvilka nu mera flerestädes begagnas i centralstationer och hvilka hvardera förse tusental glödlampor med elektrisk ström, använder man ångmaskiner af särskild konstruktion och med sådan hastighet, att direkt koppling kan ega rum. Yid den nyss beskrifna maskinen har man gjort bruk af de utaf van der Kerkhove i Gent konstruerade compound-maskiner med kondensation. Den stora cylindern har 132 cm. diameter, den mindre, som står bredvid den förra, 73,6 cm. Kolfslagets längd är 144,7 cm. Ångtrycket i den mindre cylindern är 7 atmosferer. Vid 80 hvarf i minuten lemnar maskinen 1,180 indikerade och 1,000 effektiva

hästkrafter. Ångmängden per effektiv hästkraft är 7,8 kg. En dylik ångmaskin sätter i verksamhet två å ömse sidor stående dynamo-maskiner, sådana vi nyss beskrifvit.

De sjöångmaskiner med tre cylindrar, hvilka nu mera äro vanliga vid stora ångfartyg, kunna äfven med fördel begagnas vid elektriska centralstationer. Det är en sådan, konstruerad vid Lindbergs mekaniska verkstad i Stockholm, som användes vid Stockholms stads nyss anlagda elektricitetsverk, till hvilket vi något längre fram skola återkomma.

Beträffande de stora ångpannor, som användas vid centralstationerna, är det naturligt, att man, då dessa oftast få anläggas i tätt bebyggda stadsdelar, helst gör bruk af de ångpannesystem, hvilka erbjuda största trygghet. I detta hänseende äro rörpannorna att föredraga. I England äro Babcock & Wilcox-pannan, i Frankrike Belleville-pannan och i Tyskland Steinmullers samt Diirrs pannor de mest bekanta af denna klass. Den förstnämnda torde vara den bästa, och den har äfven vid Stockholms stads elektricitetsverk kommit till användande.518

Fm. 300.

Gasmotorer, som vid smärre anläggningar för elektrisk belysning med fördel begagnas, kunna endast undantagsvis i fråga komma för centralstationer. Likväl har man vid elektricitetsverket i Dessau för 3,000 glödlampor tillämpat dylika kraftmaskiner.

27O. Ledningarna rid elektriska centralstationer.

- Måhända den vanskligaste delen af städers elektriska belysning är anordningen af belysningsnätet, och man har ännu ingalunda kommit till fullt tillfredsställande resultat i detta hänseende. Luftledningar med fästen på taket jämte isolatorer, liknande dem man vid telegrafledningar använder, samt med eller utan isolerad beklädnad äro naturligtvis de minst kostsamma, men oftast måste ledningarna anbringas i gatan, och flera olika metoder äro för detta ändamål försökta. Yid de första af Edison i Norra Amerika anordnade stora stationerna användes följande metod.

Eig. 300 visar tvärskärningen af en kabel efter tvåledare-systemet, där de båda ledningarna -4, B, som synas i form af

cirkelsegmenter, innehållas i samma rör. Kopparstängerna A och B, som ega motsatt polaritet, äro isolerade från hvarandra och fästas genom ett antal utskurna pappskifvor, hvilka hålla dem på ett bestämdt afstånd sinsemellan och från det omslutande järnröret. Mellanrummet fylles med en af asfalt förnämligast bestående isoleringsmassa. Vid tillverkningen af dessa ledningar skötos först papp-skifvorna på de med bomulls band omlindade kopparstängerna, hvilkas

längd är omkring 6 meter, hvarvid skifvorna genom snören höllos på lika stort afstånd från hvarandra; stängerna infördes i det 10 cm. kortare järnröret, hvars ena ände sedan tillslöts med en genomborrad träpropp. Därefter utpumpades röret från andra änden, och i det lufttomma röret infördes den smälta massan, hvilken sedan komprimerades vid flera atmosfärers tryck. Den stelnade massans isoleringsförmåga undersöktes medelst Thomsons spegelgalvanometer, och de rör, som visade ett mindre isoleringsmotstånd än 150 millioner ohm, blefvo icke godkända.

- Äfven vid treledaresystemet begagnas i hufvudsak samma anordning, men de tre kopparstängerna hafva cirkelformig genomskärning. - Eör föreningen af de särskilda rören sinsemellan gör man bruk af föreningskistor utaf gjutjärn med ett lock i gatans plan, i hvilka rörändarna införas. Kopparstängernas

ändar förenas medelst byglar af rodmetall eller med koppartrådlinor, så att längdförändringen genom värmet icke skadar ledningen. Eran byglarna utgå biledniDgarna. Dessutom äro säkerhetstrådar anbragta i vissa af föreningskistorna. Lednin garnas genomskärning motsvarar 2 å 3 ampere per qv.-mm. Till de distrikt, som skola

belysas, föres elektriciteten genom matareledningar från stationen till vissa centralställen, hvarest potentialen hålles konstant och från hvilka biledningar utgå till närboende abonnenter. Från centralställena meddelas däremot icke omedelbart elektricitet till lamporna, utan detta sker först genom biledningarna. Det är jäst vid centralställena säkerhetsapparaterna äro insatta. På detta sä^t blifver hela distriktet, som skall belysas, indeladt i ett antal smärre distrikt, som från de med stationen förenade centralställena förses med elektricitet, men alla dessa distrikt äro äfven sinsemellan förenade.

Väsentligt förenklad är en af Philadelphia Edison C:y använd kabel för belysning efter treledaresystemet. De tre isolerade kopparledarne äro åtskiljda genom hamptåg, och det fria rummet mellan dem är fyldt med en komposition, innehållande harts och bomullsfröolja. Äfven utanför denna lindas hampa, och slutligen omslutes alltsammans med ett blyrör af ^ tums godstjocklek. Blyet förses med en för vattnet ogenomtränglig målning. Detta är således ett slags bly kablar, förmodligen bildade efter dem vi nu skola beskrifva.

I Europa har man föga användt Edisons metod för led ningarnas anbringande utan har i stället försökt lösa det svåra problemet på flera andra sätt. Siemens & Halskes s. k. patent-blykablar hafva här vunnit vidsträckt tillämpning. Dessa äro antingen blanka blykablar, hvilka kunna användas på ställen, där hvarken skadlig kemisk inverkan eller mekanisk skada är att befara, eller asfalterade blykablar, hvilka kunna begagnas, när icke någon mekanisk skada i fråga kommer, eller ock med bandjärn öfverklädda blykablar. Vi skola taga dessa i något närmare betraktande.

De för nedläggning i gatorna afsedda kablarne tillverkas i femton olika dimensioner, de minsta med 25 och de största med 1,000 qv.-mm. tvärskärning hos kopparkärnan. Denna utgör antingen blott en enkel tråd, nämligen då tvärskärningen icke öfverstiger 100 qv.-mm., eller flera trådar, och för större dimensioner begagnas alltid flera hoplagda koppartrådar. Vid kablar med mer än 50 qv.-mm. tvärskärning användes i det yttre trådlagret en isolerad mät- eller pröfningstråd, hvars ändamål är att medgifva kontroll å spänningen vid de ställen, där fördelningsledningarna utgå från hufvudledningen, äfvensom för isoleringens undersökning. Öfver kopparen finnes en Öfver-520

spinning af jute eller af bomull, hvilken fullständigt torkas uti lufttomt rum, hvarefter den indränkes med en särskild isoleringsmassa. Den så isolerade kabeln förses genom kallpressning med en fullkomligt vattentät blymantel. Det härigenom bildade blyrörets godstjocklek är 0,5 till 3 mm. allt efter diametern. Om blykabeln skall asfalteras, förses den först öfver blyet med ett asfaltöfverdrag, sedan med en öfverspinning af tjärad jute samt däröfver ytterligare med ett asfaltöfverdrag-. - Men detta skydd är otillräckligt, då kabeln utsättes för yttre åverkan. Det bör härvid anmärkas, att blyet icke ens lemnar skydd for råttornas angrepp. Man får därför ofta i stället anbringa en beklädnad af järn å den blanka blykabeln. För den skull öfverlindas denna med två mellan jute och asfalt inbäddade bandjärnsspiraler. Dessa lindas i öppna spiraler, så att det yttre skiktet bandjärn betäcker mellanrummen till de undre bandjärnsspiralerna. Härigenom bibehålles kabelns böjlighet. För att skydda järnet mot rost anbringas slutligen ytterst en beklädnad af jute och asfalt.

Oftast har man en enda ledare i kabeln, så att två eller tre särskilda kablar begagnas, allt efter som man gör bruk af

två- eller treledaresystemet. Men stundom har man användt två eller tre ledare i samma kabel, hvilka då komma koncentriskt i denna. Fig. 301 visar tvärskärningen i verklig storlek af en för tre ledare afsedd kabel med 720 qv.-mm. genomskärning, l, 2, 3 äro de tre kopparledarne, a, &, c de dem tillhörande isoleringsskikten, P profningstrådar. S är blymanteln, A, A asfaltskikten å ömse sidor om bandjärnsspiralerna _E. För belysningsanläggningar med vexelström äro dubbelkablar af särskildt värde, emedan en enkel järnarmerad kabel föranleder väsentlig förökning i motståndet genom den verkan, som mellan strömmen och järnet eger rum. Denna olägenhet upphäfves, när både ledning och återledning af strömmen försiggår i kabeln.

Kablarna tillverkas i längder mellan gränserna 90 och 1,000 m. För att förena de särskilda längderna användas

för ändamålet inrättade muffar och kistor af gjutjärn. Likaså för

FIG. söl.

strömförgreningar. Kistorna ega antingen blott luftisolering eller fyllas de med någon isoleringsolja.

Af de olika systemen för blanka belysningsledningar i gatorna anföra vi nu det af Crompton härrörande. Ledningen är här i form af ett kopparband, t. ex. 6 mm. tjockt och 25 mm. bredt. Under trottoiren är en fördjupning af c:a 50 cm. djup uttagen, hvari en cementränna utföres. Kopparbanden uppbäras af isolatorer fastskrufvåde vid tvärstycken af ek nära rännans botten. Flera andra inrättningar för blanka ledningars förande i kanaler under gatans plan finnas utförda, och vi återkomma i det följande till en och annan af dem*).

Då treledaresysteinet användes, gifver man ofta alla tre ledarne samma tvärskärning, men man kan med allt skäl förminska den mellersta, nolledningens, t. ex. till -J- af de yttre, åtminstone för de större ledarne.

271. Undersökning af felen på belysningskablar.

- Det är af stor vigt vid kablars användande att kunna beqvämt undersöka och afhjälpa de fel, som vid dem af en eller annan orsak uppstå. Vi skola anföra några förfaringssätt för detta ändamål.

Om en kortslutning mellan positiva och negativa ledningen någonstädes uppkommit, visar sig detta genom att lamporna lysa illa, åtminstone vid vissa delar af belysningssystemet, oaktadt maskinens normala verksamhet. Afbryter man förbindelsen mellan dynamon och ledningsnätet samt utesluter ur detta deri-vationerna samt därefter förenar en passande elektricitetskälla, t. ex. en stapel, med hufvudledningen och med en galvanometer, visar denna, huruvida felet ligger i hufvudledningen eller icke. Ty något utslag uppstår då icke på galvanometern, så framt icke kortslutningen ligger just i hufvudledningen. Om däremot felet skulle ligga på någon af derivationerna, visar sig detta genom utslag å galvanometern, när den ena efter den andra af dem försökes.

På analogt sätt kan man undersöka, om en afledning till jorden någonstädes å ledningen uppstått, men vid en dylik undersökning kan man göra bruk af dynamon och sätta dennes ena pol i förbindelse med galvanometern samt med den ena

*) Erfarenheten har dock visat, att blanka kablar i underjordiska kanaler medföra åtskilliga olägenheter. Sålunda har man i Pariserledningar funnit, att vid kopparens yta bildas ett lager af kopparhydrokarbonat, som väsentligt förminskar ledningsförmågan och sålunda stegrar temperaturen, äfvensom att under vissa omständigheter explosioner kunna i kanalerna inträffa af obekant anledning. Edison-bolaget i nämnda stad har därför nyligen funnit sig föranlåtet att förse de blanka kablarne med ett skyddande öfverdrag af fernissa (se häröfver Electricien, 1892, p. 253).

eller andra delen af ledningen, under det att den andra polen är förenad med jorden.

För att bestämma vid hvilken punkt af kabeln en afledning till jorden förefinnes, kan man göra bruk af den anordning fig. 302 schematiskt visar. Två ampéremetrar a och &

FIG. 302.

äro insatta i den dubbla kabeln MN, som skall undersökas. Ett accumulatorbatteri A förenas dels med M dels med jorden. Strömmen framkommer således genom M och N till jorden och grenar sig i kabeln uti derivationerna MbN och MaN. Utslagen n och (t å de båda ampéremetrarne a och & äro omvändt proportionel mot derivationernas motstånd. Betecknar x det sökta afståndet MaN samt L är totala längden, har man följaktligen

a L - x

pma~~äT' hvaraf följer __ fiL

X -- - -jv u + p

Den i § 270 omtalade pröfningstråden vid kablar kan begagnas såväl för att iakttaga spänningen vid bestämda punkter af kabeln, som ock för att undersöka fel i dennas isolering. Trådens tvärskärning är l till 1,5 qvmm., och

den är öfverspunnen med jute- eller bomullsgarn. Spänningen kan erhållas, om man i en föreningskista förenar hufvudledningen i kabeln med pröfningstråden och sätter dennas andra ände i förbindelse med en galvanometer. - Beträffande isoleringen får anmärkas, att om denna visar sig god för pröfningstråden man också har anledning antaga, att detsamma gäller för självfva kabeln. Man kan sålunda pröfva kabelns isolering genom att undersöka denna hos tråden, hvilket lätt kan ske vid dess ändar eller vid fördelningskistorna.

Beräkning af strömfördelningen i ett ledningsnät för elektrisk belysning. - Vid de i städer an-BERÄKNING AF STRÖMFÖRDELNINGES I ETT LEDNINGSNÄT. 523

vända elektriska centralstationerna blifver vanligen ledningsnätet af ganska invecklad beskaffenhet. För beräkningen af strömmens grening i de särskilda ledningarna samt potentialens storlek vid olika punkter af nätet kan man omedelbart tillämpa Kirchhoffs bekanta IG' 303'

lagar, hvilka vi anfört i § 51. Men ofta blifver räkningen under sådana förhållanden ganska besvärlig, om man icke iakttager några förenklingar, hvilka på grund af problemets särskilda beskaffenhet äro möjliga. Ti anföra här en för detta ändamål afinge-niörerna Herzog och Stark i Budapest angifven metod*).

De i belysningsnät vanliga anordningarna utmärka sig därigenom, att lamporna äro anbragta i derivation mellan två parallela ledare, i hvilka spänningen sjunker endast några procent utaf potentialskilnaden mellan elektricitetskällans eller lampornas polskrufvar. Antag till en början, att förhållandet är så enkelt som fig. 303 angifver. A och B äro de punkter, från hvilka strömmen förses och dit den ledes, t. ex. dymano-maskinens eller transformatorns poler. Vi beteckna motstånden i lamporna samt till dem förande lampledningar med aö, a±9 a2... samt i de mellan dem liggande delarna af hufvudledningen med r0, rlf r2 . .., så att r0 = motstånden i 01 -f- O'lr, rt " " " n + l'2f o. s. v.

Om P betecknar potentialskilnaden mellan polskrufvarne, J totala strömstyrkan och E ledningsnätets totala motstånd, har man

Ku är motståndet utanför llf lika med a0 -f r0 saint till 11! = -- l

l l '

JL^___l

fl-\ + -=

*) Elektrotechnische Zeitschrift, 1890, p. 221.524 ELEKTRISK BELYSNING.

På detta sätt kunde man erhålla ett kedjebråk, uttryckande exakt motståndet i hela ledningsnätet mellan aQ och AB. Men detta förfarande blefve allt för vidlyftigt. Om man däremot utgår från den förutsättningen, att hvarje lampa eller hvarje annan apparat i systemet, som förbrukar elektricitet, vid konstant motstånd alltid erhåller lika mycket ström samt att denna är omvändt proportionel mot motsvarande inre motstånd,, vare sig lampan ligger nära intill eller långt ifrån elektricitetskällan, och detta oberoende af hvad som försiggår i de öfriga lamporna, kan man förenkla beräkningen. Under dessa förutsättningar, hvilka tillräckligt nära äro uppfylda vid de vanliga, belysningsanläggningarna, kan man på förhand antaga strömstyrkan i de särskilda lamporna och latnpledningarna. Vi beteckna nu med 9

V ^2> ^3 ..... intensiteten hos strömmarne i de särskilda lam-

porna och lampledningarna; J"1, J^, e/3 ... intensiteten hos strömmarne i de särskilda af-

delningarna af hufvudledningen ;

r\- rz* rs .... motstånden i nämnda delar af hufvudledningen; J5l5 _/?2, R3 . . summan af motstånden räknade från A.

Fig. 304 lemnar en schematisk

IG' 304' framställning af ledningen jämte dess,

motstånd, utgörande en förenkling af fig. 303, så att båda hufvudlednin-garna angifvas med endast en linie. Förlusten i potential i hufvudledningen kan uttryckas genom

PW^H-Jar9+e7-8r8+ ... = ^(Jr). Inför man häruti värdena

^1 = \ + ^ + {3 + *4 + . . .

J2 = *a .«. *a + *4 .*....

^B = ^3 + h + * . '

erhålles

P=^El + ^JR2+i3Zi3^...=^E).

Största totalförlusten i spänning beräknas således genom att taga summan af de produkter man erhåller, då strömstyrkan i hvarje derivation från hufvudledningen multipliceras med ledningsmotståndet från elektricitetskällan till derivationens början. Man kan också genom att låna ett uttryck från mekaniken säga,. att största förlusten är lika med summan hos strömmomenten. Äfven om derivationer finnas, från hvilka sekundära derivationer utgå, som t. ex. fig. 269, sid. 473 visar, kan man tillämpa samma sats, emedan man kan för de sistnämnda derivationerna

FIG. soc.

betrakta hufrudlednin- Fm. sos.

gen såsom elektricitetskälla. Likaså kan man bestämma spänningsförlusten till hvilken punkt som helst af hufvudled-ningen, enär den blifver lika med summan af strömmomenten iH till samma punkt.

Om däremot ledningsnätet icke såsom vid det anförda är öppet, utan det är slutet på sätt fig. 305 antyder, och således bildar en dubbel ringledning, där strömmen tillföres vid en punkt A och derivationer finnas vid punkter 19 2, 3 ., blifver beräkningen något olika. Man kan på förhand bestämma strömstyrkan J= i± -f i^ + i3 -j- ... Men vid A delar sig strömmen, och de båda grenarna hopföras sedermera vid en bestämd punkt, t. ex. 3, hvilken har den egenskap, att ledningen där skulle kunna afskäras, utan att strömförgreningen förändrades. Man kan tänka sig derivationsströmmen därstädes bestående af två delar, af hvilka den ena x kommer från venster och den andra y = i3 - x från höger. Härigenom delas den slutna ringledningen i två öppna grenar, hvilka kunna beräknas på sätt nyss visades.

För att bestämma den nyssnämnda skärningspunktens läge, tänka vi oss ringledningen uppskuren i A och uträtad, på sätt fig. 306 antyder. Vid hvarje derivation är den uppkommande strömmen den algebraiska summan af de å ömse sidor befintliga strömmarne, t. ex. *a =^2 +#fl.

Vore t. ex. 2 delningspunkten, där

således strömmarne från båda sidor sammanträffade, så hafva x och y med hänsyn till 2 samma riktning. Om däremot 2 icke

är den sökta skärningspunkten, går strömmen på ena sidan till och på andra sidan från punkten 2. I alla händelser blifver vid 2 blott en potential rådande. Man kan således bestämma skärningspunkten på grund däraf, att vid denna strömmarne böra erhålla samma tecken.

I allmänhet har man såsom regel vid tillämpningen af ifrågavarande metod för beräkning af ett ledningsnät, det må vara huru iuveckladt som helst, att tänka sig nätet vid godtyckliga punkter, där strömmen upptages eller vid knutpunkter så uppskuret, att det bildar blott öppna delar, hvilka hvar för sig stå i samband med en ledning, hvarigenom strömmen inkommer och naturligtvis bortföres. Därefter betraktar man de i särskilda stycken af ledningen fram-eller tillbaka gående strömmarne såsom de obekanta x, y . . och uppställer för dem vilkorseqvationerna samt beräknar de obekantas numeriska värden och tecknen. Härigenom erhålles såväl de

obekanta strömmarnes styrka som deras riktning. De riktiga skärningspunkterna kan man finna genom att

fortgå med beräkningen i riktningen af de sålunda bestämda strömmarne, tills man kommer till ett ställe på ledningen, där båda strömmarne med hänsyn till samma ställe äro positiva. Vi skola genom exempel närmare förklara denna metod.

Ex. En sluten ledning har den anordning, fig. 307 antyder, så att vid A en ström af 390 ampere införes och vid pnnkterna l, 2> 3 strömmar af resp. 130, 110 och 150 ampere nttagas. Såsom ledningar begagnas från A till / en kopparstång med 20 mm., för öfrigt stänger med 18 mm. diameter. Ledningarnas längder äro från A till l 60 m., från A till 3 30 m., från l till 2 70 m. och från 2 till 3 äfven 70 m. Om vi antaga kopparens specifika ledningsmotstånd s öfver allt lika, äro motstånden i de särskilda delarne af hnfvudledningen

5-60 g-30 202 ' 182

FIG. 307.

Antages punkten l till skärningspunkt, så bestämmas de båda ström-intensiteterna x^ och y± af eqvationerna

^+^ = 130; 60 70 + 70 + 30 70 + 30 30

t- IIU ' ---^7----- + löU . 5-7TT»

182

FIG. 308.

FIG. 309.

då vi i den sista eqvationen utelemna de gemensamma faktorerna. Denna eqvation uttrycker just likheten mellan strömmomentens summor å ömse sidor om i. Häraf följer

x± = 172; y± = - 42 ampere.

Dessa värden visa, att mellan A och l framgår en ström af 172 ampere i riktning mot l, där 130 ampere upptagas, så att från l till 2 endast 42 ampere ström framkommer. Vid 2 måste upptagas 110 - 42 = 68 ampere, hvilken ström går från 3 till 2. Från Å till 3 kommer 68 + 150 = 390 - 172 = 218 ampere. Man ser häraf, att 2 är den punkt, där man kan öppna ledningen, om därstädes från venster afledes 42 och från höger 68 ampere. Det inses lätt, att man skulle komma till samma resultat från hvilkendera af punkterna l, 2 eller 3 man utgingo.

Potentialförlusten i den enkla ledningen från A till 2 finner man vara 0,74 ohm och således i hela ledningen 1,48 ohm.

Ex. En ledare har den anordning fig. 308 visar, så att strömmen föres vid / till den slutna

och genom shunten /,'// i två grenar delade dubbelledningen. A figuren angifves, hur strömmen upptages i de särskilda derivationerna till hufvudled-

ningen äfvensom längder i m. och tvärskärningsareor i qvmm, å dennas särskilda afdelningar. Enär icke någon ström afledes å I, II, kan man lämpligast taga afskärningspunkten vid II. Betecknar y strömstvrkan i 7, // samt se och z de delar af strömmen, som motsvara hufvudledniugen å ömse sidor om //, får man följande eqvationer

x 4 y + z = 60;

200 + 2004100 0 OAA 200 + 100 rA 100 200 * -- 300 --- 2'2 + 200--Toö^-f50-300 = 2/-^0; 670 + 180450 ... 180 + 50 OA 50 200

"~ T2Ö -- + 12°---~W- + 8°-12Ö ^W Häraf följer

x = 5,7 ; y - 56,5 och z = - 2,2 ampere.

Dessa häda exempel äro hemtade från den ofvan citerade afhandlingen, till hvilken vi i öfrigt få hänvisa rörande i fråga varande problem.

273. Exempel pä utländska centralstationer nied likriktad ström* - Vi anföra några få af de anmärkningsvärdaste bland utlandets elektriska belysningsstationer.

Berlins stationer äro särdeles beaktansvärda. Yi hafva redan omtalat (§ 269) de stora här begagnade dynamo-maskinerna, hvilka äro af Siemens & Halskes konstruktion, äfvensom de kablar (§ 270) man företrädesvis använder för ledningen uti gatorna. Man har 6 stationer, af hvilka de största äro belägna vid Maurer- och Markgrafen-strasse. Den förstnämnda består af två delar, af hvilka den nyaste blef färdig 1890. I den äldre delen äro uppsatta tre compound-ångmaskiner af Bor-sigs system, hvilka hvardera drifva en Edisons dynamo för 600 volt och 150 ampere, äfvensom tre Kuhns compound-ångmaskiner, hvardera drifvande dynamos af 120 volt och 800 ampere. I den nya delen har man två v. d. Kerkhoves ångmaskiner, hvardera å 1,000 hästkrafter och direkt kopplad med två dynamos å 3,000 ampere. Dessa ångmaskiner hafva Corliss-slidreglering, och hastigheten bibehålles konstant genom förändring af expansionsgraden. Vefvarne stå i rät vinkel mot hvarandra. Ångmaskinen är mycket hög, enär afståndet från golfvet till öfre cylinderbottnen är 8,5 m., så att två gallerier äro anbragta ofvanpå, hvartill en spiraltrappa leder. Strömmen Iran dynamo-maskinernas borstar föres genom två hufvudled-ningar, sammansatta af flera tunna kopparremsor, lagda på ett litet afstånd sinsemellan för bättre afkylning. Den föres till «n början till den i maskinsalens ena ände stående fördelnings-taflan, där för hvarje dynamos finnes en omkopplingsapparat, så att man kan införa olika afdelningar af belysningsnätet eller en reostat. Den "sistnämndas ändamål är att belasta dyna-mön, innan den inkopplas på nätet eller när den yttre beläst-

ningen, d. v. s. det i bruk varande antalet lampor är så ringa, att maskinens gång ej är regelmässig. Reostaten utgöres af isolerad nysilfvertråd, upplindad på järnrör, hvilka afkylas genom att en fläkt sänder en luftström därigenom. Till en början har man användt tvåledaresystemet, men småningom öfvergått till treledaresystemet genom anbringande af en tredje kabel, som bildar en yttre ledning. Man har för erhållande af jämnare spänning i belysningsnätet inkopplat den negativa matareledningen till en knutpunkt i nätet mellan två positiva ledningar i stället för att låta positiva och negativa ledningar gå till motsvarande delar. Alla matareledningar gifvas samma motstånd genom att införa extra motstånd på de kortare ledningarna*).

Bélysningsstationerna i Paris för likriktad ström tillhöra fyra olika bolag, hvilka erhållit koncession af municipalrådet. Ett bolag har en station vid Faubourg Montmartre, ett annat fyra stationer i olika delar af staden. Edisonbolaget har två stationer samt Popps bolag för öfverförande af drifkraft med komprimerad luft sin största station vid Boulevard Richard Lenoir samt dessutom tre mindre stationer. Ångmaskinerna vid samtliga dessa stationer hafva icke mer än högst 300 hästkrafter hvardera, men vanligen mindre. Popp-bolagets största station har fyra trippel-expansionsmaskiner samt fyra Babcock & Wilcox' ångpannor. Maskinaxeln gör 135 hvarf i minuten. Dynamo-maskinerna, till antalet åtta, äro af Desroziers typ (se § 140), hvilka utmärka sig genom frånvaron af järn i induktorn. Sex af dessa dynamos kopplas i serie, så att 2,400 volt erhålles, då man därmed vill ladda de vid 25 bistationer uppstälda accumulator batterierna. Två sådana, hvardera med 65 element, finnas vid hvarje bistation. Ledningsnätet har icke något direkt samband med de hufvudledningar, hvarifrån batterierna laddas. De fyra hufvudstationerna, som tillhöra Popp-bolaget, hafva hvardera sin särskilda slutna strömkrets. I nödfall kan man likväl förena två af dessa.

De flesta ledningar i Paris äro underjordiska, men för öfrigt väsentligt olika hvarandra. Edison-bolaget använder tre-ledaresystemet med blanka kablar, anbragta i betonkanaler under trottoiren. Kanalerna hafva 33,5 cm. höjd samt 25 å 40 cm. bredd. Kablarna hvila på gjutjärnssadlar, fastsatta på porslins-isolatorer i dubbel klockform. Dessa uppbäras af vertikala järnstänger, hvilka äro fastskrufvade vid horisontala stänger, som gå tvärs öfver kanalerna på 2 m. afstånd sinsemellan. För att spara på utrymmet har man sammanfört på samma isolator två matareledningar med nära lika potential. För den skull

*) Om belysningsstationerna i Berlin se vidare ingeniör O. Fricks reseberättelse i Teknisk Tidskrift, 1891, p. 77.

anbringas den understa kabeln på en klockisolator, på denna kabel kommer sedan en isolerande skifva och därpå en andra kabel, vidare en andra skifva samt en tredje kabel o. s. v. - Ett annat bolag "La société d'éclairage et de force par Télec-tricité" använder dels luftledniogar, dels underjordiska ledningar. Vid en station alstras elektricitet med hög potential och ledes den till två andra stationer, där den genom likströmstransformatorer öfverföres till 124 volt, innan fördelningen sker. Luft-ledningen utgöres af kopparkablar, vanligen af blank tråd, hvilande på trästolpar med porslinsisolatorer i dubbel klockform. Äfven underjordsledningarna äro här i allmänhet blanka och anbragta i en kanal af beton under trottoiren. Kablarna upp bäras af porslinsisolatorer på stänger af galvaniseradt järn. - Ett tredje bolag använder blyarmerade järnkablar samt Popp-bolaget isolerade kablar, hvilande på paraffineradt trä i gjutjärnskanaler.

Den elektriska belysningen i London har af flera skäl temligen sent utvecklat sig, men har de sista åren gjort betydande framsteg. Ar 1888 fans blott en enda stor elektrisk centralstation i London med 6,000 glödlampor, men redan 1891 voro 13 belysningsbolag, användande tillsammans 240,000 glödlampor, i verksamhet med koncession af uBoard of Trade". Mera af dessa bolag arbeta dock med vexelström. Af de anstalter, som begagna likriktad ström, må nämnas: Chelsea-bolaget med en hufvudstation vid Cadogan-gatan, hvarifrån laddas fyra sekundära stationer med accumulatorer, samt Westminster-, Pall-Mall-och St. James-bolagen, hvilka använda treledaresystemet.

374. Exempel på utländska centralstationer ined vexelström. - Af de belysningsstationer, som firman Ganz & O.o i Budapest utfört, anföra vi:

Stationen i Rom, hvilken år 1886 öppnades. Här begagnas Zipernowsky, Déri och Blathys system, hvilket vi förut beskrifvit. Stationen ligger utanför staden, nära Tiberfloden och är beräknad för 24,000 sexton-ljus-glödlampor. I verksamhet äro omkring 17,000 glödlampor samt 220 båglampor. Ursprungligen användes blott två vexelström-maskiner, men nu mera är detta antal ökadt till sex. De största maskinerna lemna hvardera 160 ampere vid 2,000 volt. En compound-ångmaskin jmed 500 hästkrafter är direkt kopplad med en sådan dynamo. Ångan alstras i 14 säkerhetsrörpannor, hvardera motsvarande 164 hästkrafter. Tör elektromagneterna begagnas fyrpoliga dynamo-maskiner, hvilka äro direkt kopplade till hastigt gående ångmaskiner. Den primära strömmens fördelning sker medelst tre i gatorna lagda koncentriska hufvudkablar, hvardera med 2 X 220 qvmm. tvärskärning och vid pass 1,600

meters längd. Genom denna delning af hufvudiedningen i tre grenar, blifva kablarne lättare att lägga, hvarjämte möjligen inträffande kortslutning icke åstadkommer så stor olägenhet som om en enda gröfre kabel användes.

Belysningsanläggningarna i städerna Valréas och Dieulefit äro utförda efter samma system, ehuru af en annan firma, och äro af intresse därigenom, att två städer förses med belysning genom användande af en på stort afstånd från båda befintlig vattenkraft. Denna upptages medelst två horisontala turbiner i Béconne, 5 kilometer från Dieulefit och 14 km. från Valréas. En reservoir af 13,000 kbm. tjänar dels för reserv, dels for att hålla fallet vid konstant 25 m. höjd. Hvardera turbinen, som är afsedd för 50 hästkrafter vid 180 hvarf i minuten, drifver en vexelström-maskin för 12 ampere vid 2,000 volt jämte tillhörande maskin for elektromagneterna. Samtliga linierna såväl inom som utom städerna äro blanka luftledningar på dubbla klockisolatorer. Linien af 5 km. längd utgöres af kisel brons-tråd med 3,2 mm. diameter samt 11,8 ohm motstånd. Den längre linien är äfven af kiselbrons med 33 qvmm. tvärskärning och 16,1 ohm motstånd. Två telefonledningar på samma stolpar som ljusledningarna underlätta skötseln. Ledningarna i städerna äro fästa på höga takställningar. Transformatorerna äro stälda i zinkkistor, fästa på smidjärnskonsoler vid husväggarna. I Dieulefit finnas 115 och i Valréas 233 glödlampor.

Elektrisk centralanstalt i Luzern. Denna anläggning lemnar äfven exempel på huru transformatorer kunna med fördel användas för att tillgodogöra ett aflägset vattenfall för elektrisk belysning. Drifkraften erhålles nämligen från Dorenberg, där ett vattenfall drifver en Girards turbin å 500 hästkrafter. Härigenom sättas genom kugghjulutvexling två Zipernowskys vexelström-maskiner i verksamhet. Strömmen föres genom fyra blanka

koppartrådar af 6 mm. diameter, hvilka äro anbragta på stolpar likasom telegrafledningar. Stationens afstånd från Luzern är 4,6 kilometer, men en del af strömmen afgifves till en transformator 2,4 kilometer från Dorenberg. I Luzern förses bland andra de båda bekanta hotellen "Sehweizerhof och "Luzerner-hof' med elektricitet. Hvardera maskinen lemnar en ström af 35 till 38 ampere vid 1,800 volt potentialskilnad, så att man kan underhålla 1,800 glödlampor å 10 normalljus. Dessutom lemnas elektricitet till båglampor. Transformatorerna äro af Zipernowsky-Déri-Blathys system. Hvardera transformatorn betjänar 200 lampor, utom en vid stationen uppsatt, som har 30 lampor. De äro alla stälda i derivatiön från hufvudledningarna.

Elektrisk centralanstalt i Tours. Fig. 310 lemnar en plan till denna anläggning, som är en af de äldsta i sitt slag. Vid A ar själfva stationen, från hvilken två par primära hufvud-

ledningar utgå till transformatorerna T, T.., och från dessa gå de sekundära huvudledningarna, hvarifrån åter gå biled-ningar till de särskilda grupperna af lampor, på sätt af figuren antydes. Hvartdera paret hufvudledningar matas med elektricitet af en Siemens vexelström-maskin, hvars elektromagneter underhållas med en Siemens maskin för konstant ström, och

FIG. 310.

som lemnar i sin hufvudledning 36 ampere vid 1,100 volt. Antalet transformatorer är 12 och därifrån lemnas ström till 42 hus med tillsammans 1,500 sexton-ljus-lampor för 48 volt och l ampere. Ledningarna, som äro isolerade med kautschuk, äro nedlagda i cementrännor uti gatorna. Transformatorerna äro af Gaulard och Gibbs system, men med de förbättringar vi förut omnämnt.

Äfven i Paris finnes en staden tillhörig belysningsstation för vexelström. Den är belägen i Hälles centrales. Här begagnas tre Ferrantis vexelström-maskiner, lemnande 2,400 volt vid 500 hvarf i minuten. De drifvas af tre ångmaskiner, som göra 180 hvarf i minuten. Medelst Ferrantis transformatorer nedbringas potentialen till 100 volt. Ledningarna äro dels anbragta i kloakerna och utgöras då af koncentriska kablar, dels äro de isolerade med kautschuk samt lagda i cementkanaler.

D eptf ordstationen vid London. Den största belysningsstationen i verlden är den af Ferranti för "London Electrical Supply Corporation" i Deptford vid Themsen byggda anstalten, hvilken är afsedd att förse London med elektriskt ljus med användande af vexelström. Maskinhuset innehåller en sal af 100 eng. fot höjd, 195 fots längd och 132 fots bredd. Angpanne-huset har samma bredd, men har fyra våningar. Den undre innehåller askrum och rörledningar, däribland en for komprimerad luft till dragets förstärkning; i de båda däröfver varande våningarna stå ångpannorna, och i den Öfre finnes ett kolmagasin

för 4,000 tons kol. Ångpannorna, till antalet 48, äro af Babcock & Wilcox' system, hvardera af 500 hästkrafter. Ångmaskinerna äro stående compound-maskiner. De största af dem hafva cylindrar med 44 och 88 eng. tum diameter samt 6 fot 6 tum slag och lemna vid 60 hvarf omkring 5,000 hästkrafter. Dynamo-maskinerna drifvas omedelbart af maskinaxeln. De största ega icke mindre än 45 fot diameter och äro afsedda för 10,000 hästkrafter. Afsigten är, att stationen skall kunna lemna elektricitet till 800,000 glödlampor, men ännu är blott en ringa del däraf i verksamhet. - . För strömmens ledning användas kablar af egendomlig anordning. De utgöras nämligen af två koncentriska kopparrör, åtskilda med prepareradt papper samt anbragta i ett smidjärnsrör med ett vaxlager mellan järnet och det yttre kopparröret. Den yttre ledningen sätte» i förbindelse med jorden. Kablarna äro nedlagda långs en järnbana och föra strömmen, som skall erhålla 10,000 volt, till sex olika stationer i London, där den genom transformatorer förvandlas till låg potential och distribueras.

275. Svenska centralstationer för elektrisk belysning. - I Sverige har redan ett icke ringa antal städer erhållit elektrisk belysning. Yi skola i korthet redogöra för några af de för detta ändamål gjorda anläggningar.

Centralstationerna i StocJcholm äro dels en af staden anlagd större station å Norrmalm, dels en ett bolag tillhörig station i staden mellan broarne, dels några smärre äfven enskilda tillhöriga stationer i olika stadsdelar. Den förstnämnda anstalten är anordnad efter treledaresystemet, de öfriga, ära med tvåledare. Stadens station är

inrättad för att till en början förse 5,000 glödlampor med elektricitet, men byggnader och ledningsnät äro afpassade för 10,000 lampor. Ångpannor, ångmaskiner och dynamo-maskiner äfvensom accumulatorerna äro nu blott insatta för 5,000 lampor, men utvidgningen är icke underkastad någon svårighet. Anläggningen är hvad det elektriska beträffar utförd af Siemens & Halske, men ångpannorna äro af Babcock & Wilcox samt ångmaskinerna Lindbergs trippel-maskiner, såsom vi förut (§ 269) omtalat. Dynamo-maskinerna^ af hvilka till en början endast två äro i verksamhet, tillhöra den typ vi i fig. 298 redan afbildat. De drifvas hvar och en af sin särskilda ångmaskin. Accumulatorerna äro af Tudors system. Ledningarna äro nedlagda under trottoirerna och utgöras af järnarmerade blykablar, med särskilda lika grofva kablar för de positiva och negativa samt nolledningarna. Blott en liten del af ledningen är försöksvis anordnad efter Cromp-tons system med blanka kopparstänger i cementkanaler. Fig. 311 visar schematiskt anordningen af denna belysning&station*534

D, D beteckna dynamo-maskinerna, E, B reostater till elektro-magneternas shunt, AS, AS de fyra accumulatorbatterierna, L huvudledningarna, F voltmetrar, A registrerande och S vanliga ampéremetrar samt W wattmetrar. Kostnadsförslaget

till denna station upptager, inberäknadt maskin- och accumu-latorhus for 10,000 lampor samt ångpannehus och skorsten för

30,000, dynamo-maskiner och apparater för 5,000 äfvensom ledningsnät for 10,000 lampor:

Byggnader............. 260,000 kr.

Ångpannor och ångmaskiner. . 170,500 »

Dynamo-maskiner........ 65,600 »

Accumulatorer......... 133,000 »

Instrument........... 69,000 »

Ledningsnät........... 400,000 »

Servisledningar......... 35,000 »

Mätare............. 25,000 »

Öfriga kostnader........ 85,900 »

(Oberäknadt tomten, 360,000 kr,)

Summa 1,244,000 kr.

Årliga driftkostnaden beräknas på följande sätt:

Förvaltnings- och arbetskostnader 30,000 kr.

Bränsle, olja m. ra. .... 15,000 »

Underhåll............. 9,000 »

Assuranser, utskylder....... 3,000 »

Diverse omkostnader....... 8,340 »

4 proc. ränta å 1,604,000 kr. . 64,160 »

SunTrmT 129,500 kr. Dessa utgifter beräknas att betäckas genom ersättning för 3 millioner

lamp.timmar å 4,5 öre med 6 proc. afdrag för rabatter, utgörande 127,000 kr.

aamt mätarehyror 2,500 kr.

Sundsvalls stads elektricitetsverk är anlagdt år 1891 för 6,000 glödlampor. Det inrymmes i två byggnader, den

ena innehållande maskinsal, ångpannerum och reparationsverkstad, den andra rum för accumulatorer och kontor. Verket drifves af tre horisontala compound-kondenseringsmaskiner med hvardera 130 indikerade hästkrafter vid 160 hvarf i minuten. Ångan lemnas af tre tubpannor. Ångmaskiner och pannor äro från bolaget Atlas i Stockholm. Den elektriska anläggningen är utförd af Siemens & Halske och innehåller tre shunt-dynamos af den vanliga typen (fig. 130, sid. 228), hvilka oberoende af hvarandra drifvas medelst remutvexling från ångmaskinernas svänghjul. Dynamo-maskinernas spänning kan utan förändring af hastigheten höjas från 220 till 365 volt. Accumulatorbatteriet innehåller 136 Tudors element af 840 ampere-timmars kapacitet. Batteriet är ordnadt i två serier, hvardera med 27 reglerings-element. Från de sistnämnda gå kopparskenor till regulatorer, hvarigenom ett erforderligt antal element automatiskt eller för hand införes. Under de tider på dygnet, då endast ett ringa antal lampor begagnas, hålles icke någon maskin i gång, utan strömmen lemnas uteslutande af batteriet. Ledningarna äro anordnade efter treledaresystemet med underjordskablar. De utgöras af sju till tryckpunkterna gående hufvudledningar samt mellan dessa punkter anbragta fördelningsledningar. Spänningsförlusten i de förra är beräknad till 7 volt och i de senare till 2 volt. För gatubelysning begagnas bandlampor af den konstruktion fig. 233, sid. 421 visar. - Priset för elektriciteten är bestämdt till 6 öre per ampéretimme*).

Smärre centralstationer för elektrisk belysning efter Siemens & Halskes system äro äfven anlagda i Halmstad och Helsingborg**) genom firman J. E. Eriksons mek. verkstads aktiebolag i Stockholm.

*) Om denna anläg^nina; se vidare en uppsats af K. Wallin i Teknisk Tidskrift, 1892, sid. 85.

**) Se en uppsats af H. Marchander i samma tidskrift, 1892, sid. 135.

Belysningsstationen i Vesterås är af intresse såsom varande den första efter treledaresystemet utförda anläggning i Sverige, Den är byggd af Elektriska Aktiebolaget i Stockholm för Gasbolaget i Vesterås. Såsom motor användes en compound-ångma-skin från Munktells mek. verkstad. Den elektriska strömmen alstras medelst, två Wenströms dynamos, hvardera för 350 sextonljus-lampor. Ledningen är till större delen blank koppartråd, vanligen dragna öfver telefontrådarne. Den är så anordnad för den del af staden, där de fleste abonnenterna finnas, att den ar sammanförd i en sluten fördelningsledning. Till en punkt vid dennas midt gå kablar, hvardera innehållande 19 koppartrådar med 1,83 mm. diameter, och från nämnda punkt gå fyra grupper, hvardera med tre trådar af 6 mm. diameter, utgörande matareledningar till den slutna fördelningsledningen *).

Centralstationen i Motala, anlagd år 1890 af firman Luth & Rosén i Stockholm, är förtjänt af stor uppmärksamhet såsom varande den första permanenta anläggning i vårt land, vid hvilken vexelström och transformatorer begagnas. Drifkraften erhålles från ett vattenfall på en kilometers afstånd från staden. En turbin, som lemnar omkring 80 hästkrafter, utgör motorn. Den elektriska strömmen frambringas af en Zipernowskys dy-aamo på 1,000 volt och 50 ampere. Elektromagneterna underhållas af en särskild liten dynamo för likriktad ström. Vid stationen begagnas Cardews ^oltmeter samt en automatisk regulator för att erhålla konstant potential i staden. Ledningen till staden utgöres af två med kautschuk isolerade koppartrådar af 5 mm. diameter, hvilka äro anbragta på stolpar med undantag för de ställen, där linien korsar järnvägen och kanalen. Här är nämligen ledningen lagd i jorden och på kanalbottnen samt är starkt isolerad med vulkaniserad kautschuk samt skyddad med en armering af järntråd. I staden äro trådarne till den primära ledningen anbragta på höga stolpar öfver andra ledningar. De från transformatorerna utgående ledningarna med 105 volt spänning äro jämväl isolerade. Transformatorerna till antalet sju, hvaraf en pä 10,000, tre på 7,500, två på 5,000 samt en på 3,750 watt, äro uppstälda i särskilda transformatorhus och såsom vanligt i derivation från hufvud ledningen. Stationen lemnar ström till c:a 600 glödlampor och 6 båglampor. Priset för glödlampa per år utgör blott en krona per normalljus.

Utom de nu anförda gifves det åtskilliga andra små centralstationer i Sverige, såsom i Göteborg och Malmö, äfvensom e£t betydande antal enskilda belysningsanläggningar, däraf åtskilliga af ganska ansenlig storlek, utförda af firmorna Elektriska Aktiebolaget i Stockholm, numera Allmänna Svenska Elektriska

*) Se vidare en uppsats af K. Bladin i Teknisk Tidskrift, 1889, sid. 37.

Aktiebolaget i Vesterås (Wenströms dynamo), Luth & Roséns Elektriska byrå i Stockholm (Schuckerts dynamo), J. E. Eriksons mek. verkstad aktiebolag i Stockholm (Siemens & Halskes dynamo), W. Wiklund i Stockholm (Thorins dynamo)*), de Laval i Stockholm (Manchester-dynamo, direkt drifven af de Lavals ångturbin), Edvin Andrén & C:o i Göteborg (Manchester-dynamo), Boye & Thoresen i Göteborg (Wenströms dynamo) med flera.

276. Elektrisk belysning af bantåg och ångfartyg.

- För belysning af bantåg har man vid flera tillfällen gjort bruk af glödlampor. Man kan för den skull använda flera olika anordningar. Sålunda begagnar man en särskild liten ångmaskin för drifvande af en dycamo eller ock accumulatorer, hvilka laddas af en elektricitetskälla utanför bantåget, eller låter man en dynamo-maskin följa med detta och sätter den i rörelse från en axel. Denna senare anordning synes hafva lemnat de bästa resultaten. Men i alla händelser erfordras äfven här ett accumulatorbatteri för belysningen icke blott, när bantåget står stilla, utan jämväl då dess hastighet är ringa. Det är tydligt, att accumulatorerna endast kunna laddas, när lamporna icke begagnas, således under dagen, och då bantågets hastighet öfverskrider en viss gräns. Förhållandet mellan de tidslängder, då batteriet laddas och urladdas, måste därför blifva ganska olika vid olika järnvägslinier och olika slag af bantåg, och man måste taga särskild hänsyn härtill vid anordningen. Man får äfven uppmärksamma, att, om hastigheten blifver mycket stor, potentialen skulle kunna uppnå högre värde än lämpligt, hvarför någon reglering måste ega rum, t. ex. genom införande af ett motstånd eller genom borstarnes förflyttning. Man gör äfven bruk af en andra dynamo eller af en compound-lindning, verkande i motsatt riktning. Så t. ex. användes vid "Midland Eailway" för detta ändamål Holmes dubbla dynamo, hvilken kommer i verksamhet vid 25 eng. mils hastighet och sedan lemnar konstant 50 volt ända till 75 mils hastighet. I alla händelser uppstår svårighet vid sådana bantåg, som stanna vid många mellanstationer, äfvensom genom vagnars till- och af-koppling. Det är därför ingalunda förvånande, att den elektriska belysningens användande för järnbanvagnar ännu Icke blifvit allmän, utan att den hittills mera försöksvis tillämpats. Men detta har likväl i flera länder skett i ganska vidsträckt skala. Sålunda är vid engelska järnbanenäten "Brighton, Great Northern and Midland" elektrisk belysning införd vid tillsam-

*) En ny konstruktion, något liknande Lahmeyers, men med vertikala i stället för horisontala elektromagneter, har blifvit införd af denna firma.

mans 365 passagerarevagnar. Det framgår af dessa försök, att vagnarnes elektriska belysning kan blifva såväl mindre kostsam som beqvämare i jämförelse med andra metoder samt tilllika lemna större trygghet. Men af ofvan anförda skäl erfordras för dylika anordningars ändamålsenliga genomförande synnerlig omsorg.

Äfven i Sverige äro försök gjorda i detta hänseende. De första äro sedan några år tillbaka anstälda vid Yestkustbanan å nattågen mellan Helsingborg och Göteborg*). Anläggningen är utförd af firman Edvin Andrén & C:o i sistnämnda stad. - Sedermera äro andra försök anordnade genom firman Luth & Rosén, dels i en statens järnvägar tillhörig andra klass personvagn, dels i två tredjeklass boggievagnar på Upsala-Gefle-järnvägen. Här användas accumulatorbatterier af 16 element efter Tudors system men med gelatinös svafvelsyrehaltig massa. Hvarje vagn har sin belysning oberoende af andra vagnar. I tredje klassen äro 8 glödlampor af 6 ljus hvardera, i andra klassen, där vagnarne äro mycket kortare, 5 lampor af 10 normalljus. Lamporna äro afsedda för 30 volt. En laddning af accumulatorerna är tillräcklig för 18 timmars belysning.

Beträffande den elektriska belysningen af ångfartyg, erbjuder den på långt när icke så stora svårigheter som af vagnar, utan den lämpar sig särdeles väl därför. Också användes den allmänt vid nyare större ångfartyg, i synnerhet då de äro afsedda för passagerares transport eller för krigsbruk. Vi anföra exempelvis pansarfartygen "Svea" och "Göta". Det förstnämndas belysningsanordning härrör af J. E. Eriksons mek. verkstads aktiebolag med användande af Siemens & Halskes dynamo af hufvudsaktigen den i fig. 130, sid. 228 visade typen. - "Götas" belysning är utförd af firman Luth & Rosén. Här begagnas två på gemensam axel och bädd med hvar sin stående ångmaskin förenade compound-dynamos af Manchester-typen. Hvardera af dessa maskiner lemna 70 volt och 150 ampere vid 400 hvarf hastighet per minut. För belysningen användas 160 glödlampor af 16 ljus. Dessutom finnas fyra strålkastare å 75 ampere af Schuckerts konstruktion. Strålkastarne hafva parabolisk spegel

samt horisontala kolspetsar i parabelns axel med ljusbågen vid fokus på så sätt, att den största ljusmängden kastas mot spegeln, hvarifrån ljusstrålarne sedermera utgå i en med axeln parallel riktning. Lampans reglering sker såväl automatiskt som för hand.

277. Elektricitetsverken och gasverken. - Ännu äro icke fullt tio år förflutna, sedan den första elektriska central-

*) Se en uppsats af förf. till detta arbete i Ingeniörföreningcna Förhandlingar år 1888.

stationen grundlades i Europa, nämligen den i Milano i augusti månad 1882, öppnad i juni 1883. Sedan dess äro mer än 200 sådana stationer där anlagda och vid början af innevarande år (1892) voro endast i England 73 i verksamhet eller under utförande. De enskilda anläggningarna för elektrisk belysning i Europa kunna räknas i tusental, och många af dessa hafva en ansenlig storlek med flera hundra eller t. o. m. tusental glödlampor. Under sådana förhållanden kan man med skäl fråga, skall icke det elektriska ljuset undertrycka gasljuset och ruinera de stora anstalter, som för dettas frambringande redan finnas eller äro under anläggning? Detta är en fråga, som naturligtvis ställer sig mycket allvarlig för de stora städernas innevånare. Endast för Stockholms stad uppgår värdet af det nuvarande gasverket och de redan beslutade nya gasanstalterna vid Värtan till omkring tio millioner kronor, och man kan föreställa sig, hvilka ofantliga summor gaslysningsindustrien i städer sådana som London, Paris, Berlin m. fl. sätter på spel. Det elektriska ljuset med dess behag, dess sanitära företräden och den lätthet, hvarmed det nu mera kan frambringas, sedan dess teknik i fulländning blifvit jämförlig med gasbelysningens, synes vara egnadt att vinna afgjord seger i denna strid. Men i verkligheten ställer sig saken helt annorlunda. Erfarenheten har redan visat, att, i motsats till hvad man kunde förmoda, gasverken såsom regel icke lida men af denna täflan, utan att denna i stället synes främja deras utveckling. Orsakerna härtill äro flera. Först och främst har just genom täflan åstadkommits en nyttig och välbehoflig väckelse för gasindustrien, hvilken förut under några årtionden i tekniskt hänseende varit temligen stillastående. Nya gasbesparande brännare, förbättrade ugnar för gasens tillverkning samt fullkomligare metoder för dess rening hafva satt lysgasen bättre i stånd att ekonomiskt och tekniskt uthärda denna kamp för tillvaron. Härigenom blifver gasljuset mindre kostsamt än det elektriska ljuset under de förhållanden, vid hvilka detta i allmänhet framställes och fördelas från städernas centralstationer. Vidare har lysgasen vunnit ett så vidsträckt användande för uppvärmning och för åstadkommande af drifkraft medelst s. k. gasmaskiner, att redan härigenom en ansenlig och hastigt växande gasförbrukning är att påräkna. Slutligen pågår sedan årtionden tillbaka en oupphörlig stegring i behofvet af artificielt ljus, hvilken i synnerhet är märkbar, sedan det elektriska ljuset allmännare kommit i bruk. Erfarenheten från skilda länder är i detta hänseende Öfverensstämmande. Af särskildt intresse äro de undersökningar Fontaine anställt öfver ljusproduktionen i Paris. Han har härvid funnit, att från år 1855 till år 1889 den af olika ljuskällor härrörande totala ljusmängden per innevånare tredubblats under

denna tredjedel af ett århundrade. Beträffande olika slags artificiella ljuskällor, framgår visserligen, att förbrukningen af talg-, vax- och stearinljus gått något tillbaka samt af de vegetabiliska oljorna för belysningsändamål förminskats till hälften, men att denna förminskning mer än till fullo ersatts genom mineraloljornas begagnande, att lysgasförbrukmngen nära tredubblats och slutligen, att det elektriska ljuset redan år 1889 uppnått oen lika betydande ställning som gasbelysningen år 1855 intog. År 1855 förbrukades i Paris per år och person 3,765 ljusenheter, motsvarande hvardera ungefär en vanlig ljuslåga, brinnande en timmes tid. Af dessa härrörde 220 af talg-, vax-eller stearinljus och dylikt, 1,174 af vegetabiliska oljor samt 2,371 af lysgas. År 1883, när mineraloljorna och det elektriska ljuset vunnit insteg, hade totala ljusförbrukningen stigit till 8,427 enheter, men redan sex år därefter till 11,302. Häraf tillhörde 190 talg-, vax- och stearinljusen, 517 de vegetabiliska oljorna, 1,995 mineraloljorna, 6,470 lysgasen samt 2,130 elektriciteten. Oaktadt det betydliga tillskottet i ljus, erhållet genom elektriciteten, har äfven den för belysning använda gasmängden stigit. Jämväl för Berlin, London och andra stora städer visa sig likartade förhållanden, fastän man icke noggrant med siffror kan gifva dem uttryck. Hvad vår hufvudstad beträffar, har äfven gasförbrukningen tillväxt på samma gång det elektriska ljuset vunnit vidsträcktare tillämpning. Sålunda har antalet vanliga gaslågor från år 1885 till 1890 års början stigit från 103,996 till 125,136, förutom 1,660 intensivbrännare och oberäknadt flera tusen

gaskokapparater, hvilka tillkommit. Gasförbrukningen har de senare åren i medeltal ökats med 9,4 proc. per år, oaktadt c:a 14,000 elektriska glödlampor och 247 båglampor under tiden blifvit uppsatta.

Det framgår af hvad nu blifvit anfördt, att behofvet af artificielt ljus fortfarande och hastigt sedan årtionden tillbaka stegras och att i synnerhet de senaste åren denna förökning tydligast gifvit sig tillkänna. Betydande industrigrenar hafva i följd däraf uppstått och nya förvärfskällor öppnats. Belysningsteknikens framsteg är utan tvifvel ett af de anmärkningsvärdaste dragen i den moderna kulturens utveckling, och den gifver jämte järnvägarne, ångfartygen, telegrafen och telefonen den egendomliga yttre pregel åt vår tid, som så skarpt skiljer den från förflutna århundraden.*)

*) Denna paragraf utgör utdrag af ett tal, hållet af författaren vid nedläggandet af presidiet i Kongl. Vetenskaps-Akademien den 31 mars 1891.Nionde kapitlet.

Elektriska motorer. -- Öfverförande af mekaniskt arbete medelst elektricitet. -- Elektriska järnbanor.

278. Frambringande och öfverförande af mekaniskt arbete medelst elektricitet. - Vi komma nu till ett område af den tillämpade elektricitetsläran, som är af synnerligt stort intresse för vårt land, nämligen frambringande och öfverförande af mekaniskt arbete genom elektricitet. I själfva verket är det för vårt land med dess rikedom på vattenkraft af ofantlig betydelse, att man kan genom elektricitetens tillhjälp på ett enkelt och jämförelsevis föga kostsamt sätt fortplanta det mekaniska arbetet från de oftast för industriela anläggningar föga lämpliga trakter, där vattenfallen finnas, till andra, där det bättre kan tillgodogöras. Detta vigtiga problem kan nu anses fullständigt löst.

Man finner redan på 1830-talet försök gjorda att medelst elektriciteten drifva en kraftmaskin. I synnerhet förtjänar nämnas det af Jacobi i S:t Petersburg 1839 gjorda försöket att sätta en liten ångbåt i rörelse på Nevafloden. Båten, som hade 28 fots längd och 7-J fots bredd, och i hvilken 14 personer befunno sig, framdrefs med en hastighet af 2 J eng. mil i timmen. Men för dess drifvande användes icke mindre än 64 Groves element, hvardera med 39 qv.-tums platinableck. Motorn utgjordes af en rörlig skifva, på hvilken flera hästskoformiga elektromagneter voro anbragta, attraherade af andra midtemot dem varande, men orörliga elektromagneter. Under de följande årtiondena konstruerades flera andra elektriska motorer,, i de mest olika former, och de flesta fysikaliska samlingar innehålla en eller flera dylika apparater*). Men man fann snart, att den kraft man på detta sätt kunde erhålla, med användande af den galvaniska stapeln såsom elektricitetskälla, var ganska ringa, och att den blef mycket kostsam. Man har därför afstått från försöken att sålunda åstadkomma drifkraft annat än i sär-

*) För beskrifning å de äldre af dessa hänvisa vi till Dub : Die Anweadung des Elektromagnetismus; Kuhn: HJandbuch der angewandten Electricitätslehre; Du Moucel: Exposé des Applications de 1'Électricité. T. V. m. fl.

Nionde kapitlet.

Elektriska motorer. -- Öfverförande af mekaniskt arbete medelst elektricitet. -- Elektriska järnbanor.

278. Frambringande och öfverförande af mekaniskt arbete medelst elektricitet. - Vi komma nu till ett område af den tillämpade elektricitetsläran, som är af synnerligt stort intresse för vårt land, nämligen frambringande och öfverförande af mekaniskt arbete genom elektricitet. I själfva verket är det för vårt land med dess rikedom på vattenkraft af ofantlig betydelse, att man kan genom elektricitetens tillhjälp på ett enkelt och jämförelsevis föga kostsamt sätt fortplanta det mekaniska arbetet från de oftast för industriela anläggningar föga lämpliga trakter, där vattenfallen finnas, till andra, där det bättre kan tillgodogöras. Detta vigtiga problem kan nu anses fullständigt löst.

Man finner redan på 1830-talet försök gjorda att medelst elektriciteten drifva en kraftmaskin. I synnerhet förtjänar nämnas det af Jacobi i S:t Petersburg 1839 gjorda försöket att sätta en liten ångbåt i rörelse på Nevafloden. Båten, som hade 28 fots längd och 7-J fots bredd, och i hvilken 14 personer befunno sig, framdrefs med en hastighet af 2 J eng. mil i timmen. Men för dess drifvande användes icke mindre än 64 Groves element, hvardera med 39 qv.-tums platinableck. Motorn utgjordes af en rörlig skifva, på hvilken flera hästskoformiga elektromagneter voro anbragta, attraherade af andra midtemot dem varande, men orörliga elektromagneter.

Under de följande årtiondena konstruerades flera andra elektriska motorer,, i de mest olika former, och de flesta fysikaliska samlingar innehålla en eller flera dylika apparater*). Men man fann snart, att den kraft man på detta sätt kunde erhålla, med användande af den galvaniska stapeln såsom elektricitetskälla, var ganska ringa, och att den blef mycket kostsam. Man har därför afstått från försöken att sålunda åstadkomma drifkraft annat än i sär-

*) För beskrifning å de äldre af dessa hänvisa vi till Dub : Die Anweadung des Elektromagnetismus; Kuhn: HJandbuch der angewandten Electricitätslehre; Du Moucel: Exposé des Applications de 1'Électricité. T. V. m. fl.542 ELEKTRISKA MOTOKEK.

skilda fall och för helt små kraftbehof, t. ex. för symaskiner eller graverings- och delningsmaskiner, små svarfstolar, sådana urmakare och dentister använda, ventilationsapparater för bostäder o. s. v. Helt annorlunda blef förhållandet, sedan man började att göra bruk af magneto- och dynamo-elektriska maskiner som elektricitetskällor. Problemet* blef visserligen på samma gång olika, nämligen icke längre att alstra mekaniskt arbete, utan att öfverflytta detta på större afstånd och att fördela det till flera smärre motorer. De första försök öfver arbetets öfverförande på detta sätt gjordes af Gramme och Fontaine i Paris år 1873.

Vi skola till en början beskrifva några af de förnämsta af de elektromotorer, som nu användas vid tillfällen, då blott ett mindre kraftbehof i fråga kommer, och hvilka vanligen sättas i verksamhet genom en galvanisk stapel.

279. Deprez' motor. - Sedan W. Siemens uppfunnit den efter honom benämnda induktorn (fig. 110 och 111, sid. 206), hvilken visade sig synnerligt lämplig FlG- 312- för frambringande af elektriska ström-

mar, låg den tanken nära att använda en dylik apparat vid motorerna för att omedelbart erhålla en roterande rörelse. Marcel Deprez konstruerade först en motor med begagnande af Siemens induktor. Fig. 312 visar dess anordning efter en Tekniska Högskolans fysiska samling tillhörig apparat. En stark hästskoformig stålmagnet, sammansatt af en knippa tunna magneter, är anbragt i horisontalt läge, och i midten ligger induktorn. Denna ställning, i hvilken magnetens och induktorns medel-linier sammanfalla, är mycket fördelaktig för den förres inducerande inverkan på den senare. Ett tvärstycke af järn förenar de båda grenarne till stål-magneten vid omkring hälften af dennas längd. Strömmen från elektricitetskällan kommer först genom de båda polskrufvarne till ett par borstar eller fjädrar af mycket fin mässingstråd, sådana man begagnar dem vid Grammes maskiner. Å samma axel som induktorn är anbragt en trissa med två från hvarandra isolerade afdelningar, mot hvilka fjädrarne glida. Härigenom föres strömmen tillin-duktorns trådledning. Men emedan än den ena, än den andra

afdelningen af trissan är i beröring med den positiva fjädern, måste en omka*stning af strömmen i induktorns ledning ega rum för hvarje halft hvarf. Den magnetiska polariteten hos den utskurna järncylindern i induktorn måste äfven vexla på motsvarande sätt. Till följd häraf blifver det ömsevis attraktion och repulsion mellan stålmagneten och induktorn. Rotationens riktning beror på strömmens, och genom omkastning af denna bringas induktorn att rotera åt motsatt håll mot förut Ganska omfattande försök med Deprez' motor äro gjorda af ffArsonväl. Den af honom undersökta apparaten hade äfven en stålmagnet af 1,7 kilograms vigt, men induktorns längd var blott 35 mm. och dess diameter 30 mm. Koppartrådens diameter var l mm. och vigt omkring 200 gram. För att bestämma strömstyrkans arbete användes en Deprez' galvanometer (§ 35). Motorns arbete erhölls medelst en dynamometer. Följande tabell visar några af de funna resultaten:

Antal element................	4	5	6
Antal hvarf i minuten.............	140	204	-
Strömstyrkan i ampere............	4,095 ..	4,41 ...	5,04
Elektromotoriska kraften i volt........	4,05 ...	5,1 ...	6
Motorns arbete i kilogrammeter per minut . .	35	51	60
Strömmens arbete » » ..	99	135	180

Arbete i kilogrammeter af ett gram zink . . 107 .... 134 .... 100.

Under dessa försök var strömstyrkan nära hälften af den, som stapeln lemnade, då icke motorn var i rörelse. Detta är, såsom vi något längre fram skola finna, ett vilkor för erhållande af den största effekten vid dylika motorer.

Vid det ena af dessa försök har motorn lemnat 134 kilogrammeter arbete per gram zink, som i stapeln blifvit upplöst. Men denna zinkmängd utvecklar, när intet arbete förrättas, en värmemängd af 1,2 värmeenheter vid sin upplösning, hvilket motsvarar omkring 518 kilogrammeter. Motorn skulle således kunna förvandla till arbete ända till vid pass 26 proc. af det värme, som vid kemiska verksamheten i stapeln skulle kunna utvecklas. - Det visade sig äfven vid försöken, att smärre induktorer med ringa massa hos järnet lemna en högre verkningsgrad, än då stora induktorer begagnas. En olägenhet hos den nu beskrifna motorn är, att den har en död punkt, och för att sätta apparaten i verksamhet, får man vrida induktorn omkring. Deprez har dock afhjälpt detta fel genom att dela induktorn i två afdelningar efter längden, stälda så, att utskärningarna i järncylindern bilda 90° vinkel mot hvarandra. Motorn kommer då i rörelse, så snart strömmen slutes. Men effekten försvagas därigenom betydligt.

28O. Dynamo-elektriska motorer med Siemens induktor. - Vid den af Trouvé i Paris konstruerade motorn användes likasom vid den nyss beskrifna en Siemens induktor, men med något olika anordning, hvarjämte apparaten i öfrigt är modifierad, i ändamål dels att erhålla en mindre volym hos maskinen och dels att förebygga uppkomsten af en död punkt, eller rättare sagdt förminska dennas inflytande. För den skull begagnas i stället för stålmagnet en elektromagnet, omgifvande induktorn med sina båda polskor, hvarjämte den roterande järncylinderns polytor gifvas en egendomlig form. Dessa äro nämligen, i stället för att utgöra delar af en vanlig cylinderyta, böjda snäckformigt, så att när induktorn roterar de småningom närma sig till magnetens yta, ända till dess att deras bortre kant gått förbi magnetpolen, hvarefter repulsionen börjar.

Fig. 313 visar en tvärgenomskärning af Trouvés motor. Den orörliga elektromagneten b har två vertikala polskifvor

a} a af järn, mellan hvilka induktorn e, f roterar. Såsom vanligt utgöres denna af en med två longitudinela utskärningar försedd järncylinder /, f samt trådlindningen e, e. En ram af koppar omsluter polskifvorna och induktorn, hvars axlar äro lagrade däruti. Likasom vid Deprez' motor finnes på axeln en trissa, emot hvilken två tråd fjädrar glida.

Strömmen föres såväl genom induktorn som genom den orörliga elek-tromagnetens trådlindningar. Dess riktning förändras blott hos den förstnämnda och är konstant hos sistnämnda elektromagnet.

Trouvéd motor har bland annat blifvit använd för att drifva helt små propellerbåtar, afsedda för ett fåtal personer. En sådan båt drefs med 2 meters hastighet i sekunden på Seinefloden af en motor, hvilken sattes i verksamhet af sex Reyniers element (§ 75).

Fig. 314 visar en annan af amerikanaren Griscom härrörande liten dynamo-elektrisk motor, sådan den anbringas vid en symaskin för dess drifvande. Likasom vid Deprez' apparat gör man här bruk af Siemens induktor, men den inducerande magneten är en ringformig elektromagnet, uti hvilken och mellan hvars poler induktorn roterar. Strömmen kommer till induktorn genom små trissor, hvilka rulla öfver kommutatorn. Järnkärnorna, i så väl den rörliga som orörliga elektromagneten äro af aduceradt gjutjärn, hvars koercitiva kraft är nästan lika

FIG. 313.

liten som smidesjärnets, men hvars användande gör möjligt att tillverka sådana apparater för billigt pris. Såsom af figuren synes är tråden pä den ringformiga, orörliga elektromagneten upplindad parallelt med axeln i två afdelningar, mellan hvilka de longitudinela polerna komma vid två motsatta generatriser till den cylinderformiga ringen.

FIG. 314.

Hela längden hos Griscoms motor är blott omkring 10 centimeter och dess vigt endast 1,140 gram. Begagnas för

dess drifvande ett Bunsens batteri med surt kromsyradt kali och innehållande sex element, hvardera med en qv.-decimeters yta hos zinken, kan ett arbete af l,000 engelska skålpund-fot (138,3 kilogrammeter i minuten förrättas. Användes motorn för en symaskin, är dess fördelaktigaste hastighet 900 hvarf i minuten.

281. Grrammes små elektriska maskiner såsom motorer. - Grammes vigtiga uppfinningar, beträffande maskiner, afsedda för frambringande af elektriska strömmar, hafva varit af lika stor betydelse för alstrande af mekaniskt arbete medelst elektricitet. En magneto- eller dynamo-elektrisk maskin, hvilken användes för framställande af elektricitet medelst mekaniskt arbete, kan i stället begagnas till att frambringa arbete utaf

elektricitet. Särdeles väl lämpar sig Grammes magneto-elektriska maskiner för en sådan omkastning i dess verksamhet. Man kan åskådliggöra denna egenskap hos maskinen genom att sätta dess polskrufvar i ledande förening med polskrufvarne till ett stort sekundärt Plantés element. Genom att kringvrida maskinens vef laddas elementet, och om man efter några minuter släpper vefven och lemnar apparaten åt sig själf, finner man, att maskinens rörelse fortgår en längre tid än hvad som härrör af dess tröghet. Den sekundära strömmen, som utgår från det nu mera laddade elementet, håller nämligen maskinen i rörelse. Medelst en galvanisk stapel kan man drifva en Grammes magneto-elektriska maskin, om man sätter stapelns poler i förbindelse med maskinens, hvarvid rörelsens riktning förändras, om strömmen omkastas. Vi skola anföra några försök,, som äro gjorda med Grammes maskin under sådana förhållanden. Niaudet använde för maskinens drifvande sex Bunsen» element, och undersökte medelst en Pronys dynamometer det förrättade arbetet vid olika hastighet. Följande resultat erhöllos:

Antal hvarf Arbetet i kilo-

per sekund grammeter

4,5.................0,214

34.................1,104

56................ . 1,210

60 1,000

74.................0,616

82.................0,342

87.................0,183.

Det synes häraf, att ett maximum af arbete erhålles vid en viss hastighet.

Andra försök äro anstälda af ff Ar sonval. Följande tabell innehåller några resultat:

Antal element (Bunsens) 2 3 4 5 6

Strömstyrkan i ampere..... 2,83 3,15 3,3 3,4 3,4

Elektromotoriska kraften i volt 2,4 3,75 4,95 6,3 7,5 Motorns arbete i kilogrammeter

per minut........... 21 40 60 80 100

Strömmens arbete i kilogrammeter per sekund....... 0,679 1,08 1,63 2,17 2,5$

Arbete af l gram zink..... 173 218 225 240 250,

Jämför man dessa värden med dem man funnit vid Deprez,7 motor, ser man, att Grammes magneto-elektriska maskin ännuREGLERING AF HASTIGHETEN HOS SMÅ ELEKTRISKA MOTORER. 547

bättre egnar sig för att förvandla elektricitet till arbete*). Den lemnar ända till 48 proc. af den energi, hvilken genom den kemiska verksamheten i stapeln skulle kunna utvecklas. Men ehuru detta i jämförelse med

ångmaskinens verkningsgrad är ganska mycket, är zinkens kostnad så pass stor, att motorns drift blifver ganska dyrbar och i praktiken endast kan ifrågakomma vid helt små kraftbehof.

Det får för öfrigt anmärkas, att de större motorerna af mera fulländad konstruktion, för hvilka vi något längre fram skola redogöra, gifva en vida högre verkningsgrad.

2&2. Reglering af hastigheten hos små elektriska motorer. - Ehuru de elektriska motorer, som vi beskrifvit, ingalunda lämpa sig för alstrande af någon större kraft, ega de likväl värde, då det endast gäller helt små kraftbehof. Deras rörelse är utmärkt genom stor precision och likformighet, hvilket gör dem passande att begagnas vid särdeles noggranna arbeten. De kunna lätt sättas i verksamhet, när deras hjälp påkallas, och hastigt åter bringas att stanna. Man har också vid flera tillfällen gjort bruk af dem, oaktadt den icke obetydande kostnad, som deras drift föranleder**). Sålunda har Froment, hvilken uppfunnit en bland de bästa af de äldre motorerna, användt dem att sätta i rörelse delningsmaskinerna i sin stora verkstad för finare instrument. Här ifrågakommer t. ex. att dela en millimeter noggrant i tusen lika delar, så att strecken synas tydligt och på lika afstånd från hvarandra, när de betraktas genom mikroskopet. Detta arbete tager så stor noggranhet i anspråk, att det endast kan verkställas under de timmar på dygnet, när icke någon lifligare trafik på närgränsande gator eger rum, på det att icke dallringarna hos apparatens underlag må göra delningarna ojämna. Por hand skulle så stor noggranhet näppeligen kunna uppnås, men med tillhjelp af de elektriska motorerna kan den erhållas. Dessas verkan sker fullkomligt automatiskt. När den för arbetets början bestämda timmen inträdt, utlöses genom ett ur en kommutator, genom hvilken strömmen slutes och förgrenas till de särskilda delningsmaskinernas motorer. Äfven vid flera andra tillfållen har man dragit nytta af dylika apparater. Men af långt större betydelse blifva dessa visserligen, när man, på sätt vi längre fram skola anföra, fördelar elektriciteten från en centralanstalt till ett större område,

*) Det bör dock nämnas, att när den stålmagnet, som tillhörde maskinen, begagnades, endast 80 kilogrammeter erhölls per gram zink. Först sedan en annan starkare stålknippa blifvit insatt, blefvo resultaten sådana tabellen angifver.

**) Så t. ex. beräknar Trouvé dagkostnaden för den af honom konstruerade lilla motorn till l å 1,25 francs.

så att dess användande icke blifver så kostsamt. Vid flera af de tillämpningar, för hvilka de elektriska motorerna äro passande, är det likväl af vigt att kunna bibehålla hastigheten konstant, huru ock strömmens styrka förändras, och särskildt gäller detta i fall, likartade med det vi nyss omtalat. Man kan för den skull begagna en enkel centrifugal-regulator, som Marcel Deprez uppfunnit. Fig.' 315 visar dess anordning. Den utgöres

hufvudsakligen af en fjäder I H, som med ena änden H är fast på motorns axel FF och därför medföljer under rotationen, och vid den andra änden J uppbär ett metallstycke C, genom hvilket går en skruf D. Denna trycker mot en hylsa B, som är fäst isolerad på

axeln. Genom att vrida nämnda skruf kan man gifva åt fjädern en starkare eller svagare spänning. När axeln roterar, kommer stycket C att åverkas af en centrifugalkraft, så mycket större, ju större hastigheten är. Men härigenom förminskas den tryckning D utöfvar på hylsan J5, och för en viss hastighet w är trycket = 0. Öfverskrides denna hastighet, kommer D icke längre att beröra S. Om strömmen, som sätter motorn i verksamhet, genomgår fjädern 1H, så afbrytes ledningen mellan A och jB, när w Öfverskrides, och hastigheten måste förminskas, tills den åter erhållit nämnda värde. Så länge hastigheten är mindre än w, ökas densamma tills den uppnår denna storlek, förutsatt att elektricitetskällan är tillräckligt stark, men den kan icke väsentligt variera, utan bibehåller sig helt nära konstant. Por att balansera regulatorn, så att icke vibrationer må uppstå, hvarigenom dess verkan skulle störas, är en motvigt G fäst å en skruf, framskjutande från hylsan S.

Allt efter som man vill, att hastigheten skall blifva större eller mindre, spännes fjädern mer eller mindre medelst skrufven D.

För att visa huru noggrant denna apparat kan reglera hastigheten hos en elektrisk motor må anföras, att vid ett

försök användes ena gången 2 och den andra 4 element för motorns drifvande. I förra fallet erfordrades för 51,000 hvarf 1646,6, i den senare 1649,1 sekunder, en skilnad, som endast utgjorde gj^ af hastigheten.

288. Elementär teori för elektriska motorer, drifna af en galvanisk stapel. - Antag att en magneto-eller dynamo-elektrisk motor drifves af en galvanisk stapel. Om man ökar eller minskar maskinens belastning, minskas eller ökas rotationshastigheten. Såsom vi nu sett (§ 281), gifves det en viss hastighet, vid hvilken det af motorn förrättade arbetet är ett maximum, så att om man, genom att minska belastningen, får hastigheten att öfverskrida nämnda värde, arbetet förminskas. Orsaken till detta förhållande är att söka i den i maskinen alstrade induktionskraften, hvilken, verkande i motsatt riktning till stapelns, växer i samma mån hastigheten förökas. Strömstyrkan kommer då att angifvas genom skilnaden mellan dessa båda elektromotoriska krafter, dividerad med hela ledningsmotståndet. Vore hastigheten noll, blefve induktionskraften äfven noll, men dess storlek närmar sig allt mera till likhet med stapelns elektromotoriska kraft, när hastigheten blifver mycket stor; arbetet närmar sig således äfven i detta fall till noll. Mellan dessa båda ytterligheter måste det tydligen finnas ett värde på hastigheten, vid hvilket motorn lemnar det största arbetet. Redan Jacobi ådagalade, att detta vinnes, när strömstyrkan som erhålles, då motorn är i verksamhet, är hälften så stor som hon skulle vara, om motorn fasthölles. Verkningsgraden, uttryckt såsom förhållandet mellan det största arbete motorn skulle lemna och hela det arbete, som strömmen då förrättar, är i detta fall - ^. Men denna verkningsgrad är ingalunda den största, som man med maskinen kan erhålla, utan den växer med hastigheten, ehuru arbetets absoluta storlek förminskas.

För att härleda dessa satser, beteckna med E stapelns och e motorns elektromotoriska kraft, samt med R totala ledningsmotståndet i slutningskedjan. Då är strömstyrkan i under apparatens verksamhet

. E- e ,-__.

Denna strömstyrka är mindre än strömstyrkan J, när icke motorn är i rörelse, ty denna är

Motorns arbete är produkten af den elektromotoriska kraften e i motorn och strömstyrkan i därstädes. Men man har

. e(E - e)

ff) _ N _ '_

hvars värde blifver maximum när*)

1 ^

I så fall är

_

2 E ~~ 2'

hvilken eqvation angifver i fråga varande vilkor.

Men bestämmer man elektriska verkningsgraden, finner man, att denna fortfarande växer med hastigheten. Den energi, som förvandlas från potentiel till actuel vid zinkens upplösning, visar sig nämligen dels genom motorns arbete och dels genom värme-ntveeklingen i hela slutningskedjan. Den alstrade värmemängden har såsom arbetseqvivalent värdet i*R. Verkningsgraden kan då uttryckas genom förhållandet mellan motorns arbete i e och totala arbetet ie + i*H, och är således

ie + i2R e + iE E

Induktionskraften e växer allt mer, ju mera hastigheten förökas, så att detsamma måste ega rum med verkningsgraden.

FIG. 316.

Denna teori är dock ofullständig, redan därför, att den icke tager hänsyn till motorns reaktion i det magnetiska fältet.

*) Man kan enklast visa detta, om man bestämmer värdet af e ur den qvadratiska eqvationen

då man erhåller

=-f±V?r-Vi skola anföra ett i praktiskt hänseende mera tillfredsställande sätt för problemets lösning, hvilket *Kapp* begagnat. Man har då att vid olika hastighet hos motorn bestämma antalet watt som användes samt den mekaniska effekt, som motorn lemnar. Denna sistnämnda erhålles med tillhjälp af dynamo-metern. Man afsätter såsom abscissor efter *OB* (fig. 316) de olika rotationshastigheterna samt såsom ordinator dels elektriska hästkraften, d.v.s. antalet watt, divideradt med 736, dels den mekaniska effekten i hästkrafter. Kurvorna *AC* och *OMB* äro så konstruerade för en serielindad motor. Den största mekaniska hästkraften är *Mm*, motsvarande rotationshastigheten *Om*. Mek. verkningsgraden uttryckes genom kurvan *ONB*, hvars ordinator äro afsätta efter en godtycklig skala. Den största verkningsgraden är *Nn*, motsvarande rotationshastigheten *On*.

S. Thompson har för en elektrisk motor bestämt kraftlinierna i det magnetiska fältet med hänsyn till induktorns reaktion, analogt med hvad han gjort för dynamomaskiner (se § 150). Fig. 317 visar kraftliniernas fördelning, hvarvid sydpolen antagits vara till venster och nordpolen till höger å elektromagneten. Härvid har antagits en sådan ställning af borstarne, att gnistbildningen är så liten som möjligt, hvilket visserligen icke lemnar den största effekten, men gör maskinen varaktigare.

284. Dynamomaskiner såsom motorer.</> Såsom vi förut antydt kunna de dynamomaskiner, hvilka arbeta med konstant eller likriktad ström, äfven tjäna såsom motorer. Med andra ord, om man i en sådan dynamomaskin inleder från en yttre elektricitetskälla en tillräckligt stark ström, börjar maskinens induktor eller ankare att rotera. I självfva verket begagnar man ganska ofta dynamomaskiner såsom motorer, då större kraftutveckling påkallas. Det bör emellertid anmärkas, att samma maskin, använd såsom generator och såsom motor,552 ELEKTRISKA MOTOEER.

icke i allmänhet lemnar samma verkningsgrad. Under det att de nyare dynamo-maskinerna förvandla mer än 90 proc. af det använda mekaniska arbetet till elektrisk energi, erhåller man ofta vida mindre verkningsgrad, om samma maskin användes såsom motor. Men att man äfven med vanliga dynamo-maskiner såsom motorer kan erhålla en mycket hög verkningsgrad framgår af Hopkinsons försök med förbättrade Edison-maskiner, sådana vi i fig. 133 och 134 af bildat. Här användes två nära nog identiska shunt-dynamos, hvilka hopkopplades med en muff och sattes i rörelse med en remtrissa. Den ena af dem fick verka såsom generator, den andra såsom motor, och under dessa förhållanden hade remmen blott att öfverföra skilnaden i det af den förra maskinen konsumerade och det af den andra maskinen producerade arbetet. Genom denna anordning kan man säkrare och beqvämare än på vanligt sätt göra undersökningen af stora maskiner. Såsom resultat erhölls af en omfattande försöksserie:

Antal hvarf i minuten...................... 764

Strömstyrkan i ampere...................... 358

Induktorns motstånd för hvardera, i ohm............ 0,00947

Elektromagneternas motstånd, generatorn, i ohm......... 16,93

» » motorn, ^» 16,44

Potentialskilnad, generatorn, i volt............... 110,12

» motorn, » 107,38

Shuntens strömstyrka, generatorn, i ampere........... 6,5

» » motorn, » 5,36

Effekt, öfverföra af remmen, i watt................ 6,604

» » » » i eng. hästkraft . . .. 8,84.

Häraf beräknades för

Generatorn Motorn

Total effekt i watt.................... 42,917 38,886

» » i hästkrafter................. 57,53 52,18

Effektförlust genom elektroraagneternas uppvärmning,

i watt.............. 716 472

» » induktorledningens uppvärmning,

i watt.............. 1,360 1,275

» » foucaultska strömmar, i watt . . 831 831.

Den mekaniska verkningsgraden, med tagen hänsyn till friktionen vid lagren, sådan den blifver vid maskinernas vanliga verksamhet, skulle här uppgå till 91,5 proc. för generatorn och 88,5 för motorn. Man ser häraf, att man äfven för dynamomaskiner, använda såsom motorer, kan vinna en hög verkningsgrad.

Två engelska ingeniörer Mordey och Watson hafva sökt utreda på praktisk väg de vilkor, som dynamo-maskiner böra uppfylla för att vara lämpliga som motorer. Verkan bör utöfvas mellan kraftlinierna i det magnetiska fältet och de af strömmen genomlupna trådarne, stälda i rät vinkel mot dessa kraftlinier. Elektromagneterna böra vara kraftiga, induktorn jämförelsevis svag, likasom vid dynamo-maskinerna. Vidare finner man, att likasom vid en fullkomlig dynamo-maskin alstras en konstant potentialskilnad med ett konstant magnetiskt fält och vid konstant hastighet, huru ock strömstyrkan förändras, bör en sådan maskin, använd såsom motor, med ett konstant magnetiskt fält och vid konstant potentialskilnad rotera med konstant hastighet, huru stor dess belastning ock är. För att bekräfta denna slutsats användes en Victoria-shuntdynamo (se § 135), hvars inre motstånd var 0,03 ohm. Vid en försöksserie begagnades denna maskin såsom motor med konstant potentialskilnad af 140 volt mellan polskrufvarne med en strömstyrka, vexlande mellan 36,3 och 130,8 ampere, hvarvid utvecklades en mekanisk effekt af 1,8 till 11,3 hästkrafter, under det att hastigheten blott förändrades mellan 975 och 945 hvarf.

Det bör dock anmärkas, att, hvad angår förhållandet mellan induktorn och elektromagneterna, Immisch kommit till det resultat, att vid motorer induktorn bör vara mycket större i jämförelse med magneterna, än hvad vid dynamo-maskiner brukas.

Om en serie-dynamo-maskin användes såsom motor, blifver rörelseriktningen omkastad, d. v. s. motsatt borstarne. Dessa måste därför flyttas eller ock elektromagneternas polaritet omkastas eller ock induktorns föreningstrådar omändras, och i de båda sistnämnda fallen blifver rörelseriktningen sådan dynamon ursprungligen egde. En shunt-dynamo går såsom motor åt samma håll som vore den generator. Begagnas en compound-dynamo såsom motor, verka de båda elektromagnetlindningarna motsatt, och rörelseriktningen beror på hvem af dem som har den kraftigaste verkan.

Mellan dynamo-maskiner, använda som generatorer eller motorer, förefinnes en anmärkningsvärd skilnad i fråga om de s. k. foucaultska strömmar, hvilka induceras i den roterande induktorns järnkärna. I generatorn gå nämligen dessa strömmar i samma riktning som de i induktorns koppartråd fram-bragta strömmarne, under det att riktningen är motsatt uti motorn. Därför komma de i fråga varande strömmarne att motverka hvarandra i generatorn, men förstärka hvarandra i motorn,, enligt den bekanta lagen för strömmars inbördes verkningar. De foucaultska strömmarne äro på grund häraf vanligen af större betydenhet i motorn än i generatorn, och förlusten genom induktorns uppvärmning således jämförelsevis större uti motorn,

Man kan häraf förklara, att dynamo-maskiner med stor järnkärna ega mindre verkningsgrad såsom motorer an såsom generatorer för elektricitet.

Vi vilja äfven anmärka, att då de elektriska motorerna ofta utföras i liten storlek, friktion och andra mekaniska orsaker till effektförlust måste blifva af stort inflytande, hvilket äfven förklarar åtskilliga motorers underlägsenhet i verkningsgrad.

De lagar, som vi i det fjärde och femte kapitlet utvecklat

1 fråga om dynamo-maskiner, äro ock tillämpliga: beträffande elektromotorerna. Sålunda kan man beräkna det magnetiska motståndet och det magnetiska fältets styrka i en sådan motor på sätt vi i § 152 visat. Äfven den elektromotoriska kraften beräknas på analogt sätt, men det är väl att märka, att denna här visar sig som en reaktionskraft hos induktorn och riktad motsatt . potentialskilnaden mellan polskrufvarne. Betecknar e denna reaktionskraft, N antalet trådar vid induktorns yta, n antalet hvarf per minut samt Z antalet kraftlinier i det magnetiska fältet*), har man

NnZ e = ------- Volt 60 x 10^8

Potentialskilnaden P mellan polskrufvarne blifver vid motorerne alltid större än *e*. Betecknas vid en seriemotor inre motståndet med *r* och strömstyrkan med *i*, har man

$e = P - ir.$

För en shuntmotor gäller samma formel, om *i* och *r* beteckna strömstyrka och motstånd hos induktorn.

Ex. En seriemotors motstånd är 0,5 ohm, strömstyrka 10 ampere och potentialskilnad 200 volt. Häraf följer

e-200-10-0,5 = 195 volt

285. Grammes elektriska motor. - Bland de elektriska motorer, som de senare åren blifvit konstruerade och vunnit teknisk tillämpning, skola vi till en början omnämna Grammes nya motor, hvilken är afbildad å fig. 318, 319 och 320. Den utföres för ett arbete från l kgm. per sekund till

2 hästkrafter. Formen är cylindrisk, dels för att bespara utrymmet, dels för att omsluta induktorn, så att den väl skyddas. Den ringformiga induktorn A, A roterar mellan de utskurna poländarne till elektromagneterna J, J, hvilka ega två D-for-miga ben, vid ena sidan förenade med en gjutjärnsskifva. Ena

*) Naturligtvis har man här likasom i motsvarande formel å sid. 272 att införa för Z blott det antal linier, som verkligen genomgå induktorn.

änden af axeln äfvensom elektromagneternas poländar uppbäras af ett korsformigt stycke utaf kanonmetall; vid dess andra ände är remtrissan P fastsatt. Huru borstarne B B' äro anbragta

FIG. 318.

FIG. 319.

FIG. 220.

framgår af figuren. Vid en sådan motor erhölls med 83,5 volt och 8,1 ampere 39 kgm. per sekund eller något mer än -| hästkraft. Detta skulle motsvara nära 56 proc. af den omedelbart använda elektriska energien, men verkningsgraden vid dessa motorer uppgår i allmänhet icke till mer än 30 å 40 proc.

286. Edisons nya elektriska motorer. - Vid Edisons elektriska centralstationer i Norra Amerika har sedan år 1891 en ny anmärkningsvärd motor blifvit införd för små kraft-

behof. Den är afbildad i fig. 321. Den ringformiga induktorn roterar i ett magnetiskt fält, hvars kraftlinier föras

genom induktorn å ömse sidor om denna medelst pol-skor af mjukt järn. Dessa pol-skor äro sammansatta af många böjda stycken, så att foucaultska strömmar icke kunna i dem alstras. De äro fast-skrufvade vid maskinställningen. Elektromagneterna ha blott

FIG. 321.

en enda trådlindning, hvilken är anbragt under induktorn. Den sistnämndas järnkärna är af järnbleckskifvor, utskurna såsom kugghjul, så att trådspolarne kunna upplindas mellan de framskjutande tänderna. Härigenom vinner man såsom bekant den fördelen, att afståndet mellan polytorna och induktorns yta kan reduceras till ett minimum. Dessutom erhålles genom denna anordning mera stadga hos induktorn. Enär samtliga spolarne äro oberoende af hvarandra, kunna de vid behof lätt ersättas. De äro förenade med kollektorn medelst nysilfvertrådar. Kol-

lektorn har stor yta. Dess lameller äro isolerade med glim-mer. Borsthållarne hafva ett oföränderligt läge. Yid maskinen är anbragt en träskifva, hvarpå är fastsatt en enkel kommu-tator äfvensom en säkerhetsinrättning, så att motorn icke utsättes för allt för stark ström.

Dessa motorer utföras i följande typer:

Potential- " . , Antal hvarf

Hkafkraft skilnad. Strömstyrka. j minuteri

T^.....125 volt.....0,4 ampere......2,200

J..... » .....0,8 » 2,000

l..... » .....1,6 n 1,300

l ..... »> .....3,2 » 1,300

Vigten är hos de minsta 7 och hos de största 17 kg.

En annan af Edisons motorer liknar till utseendet temligen nära den bekanta Manchester-dynamon (se fig. 144, sid. 239). Äfven den kan anbringas i derivation till ledningarna å de vanliga anstalterna för elektrisk belysning med glödlampor.

387, Några andra elektriska motorer. - Utom de nu anförda gifves det åtskilliga andra elektromotorer, som

FIG. 322.

vunnit en vidsträckt tillämpning. Vi skola i korthet redogöra för de förnämsta bland dem.

Siemens & Halskes s. k. .BT-motor, hvilken utföres af olika storlek från 0,1 till l hästkraft. Fig. 322 visar desa anordning.

FIG. 323.

En liggande elektromagnet af smidesjärn uppbär två lieformade pol-skor af gjutjärn, och mellan dessa roterar den ringformiga

induktorn. Denna motor bar vunnit mycket användande för små ventilatorer, hvilka drifvas direkt däraf.

En nyare form af denna motor med lutande elektro-magnetben och med kolborstar tillverkas i sju olika dimensioner från 0,1 till 18 hästkrafter. Flera sådana maskiner voro utstälda i Frankfurt a. M. år 1891.

Allgemeine Elektricitäts-gesellschaft i Berlin motor, typ S, är afbildad i fig. 323. Elektromagneternas kärna är af smidesjärn och bildar ett U-formigt stycke utan fog. Maskinen hvilar på en bottenplåt af zink, hvilken fastskrufvas på underlaget. Den ringformiga induktorn har ett stort antal spolar och kollektorn ett stort antal lameller, hvarigenom gnistbildningen förminskas.

Enär magneterna äro kraftiga, har antalet trådhvarf hos induktorn kunnat tagas jämförelsevis litet äfvensom borstarne en gång för alla inställas. Dessa äro af fina flätade koppartrådar och så mjuka, att de icke angripa kollek torn. Borsthållarne äro så inrättade, att man under maskinens gång kan trycka borstarne mer eller mindre mot kollektorn utan att de förskjutas på denna. Äfven

anordningen för lagrens smörjning är utförd med mycken omsorg.

Spragues motor (se fig. 324), hvilken mycket användes i]$"orra Amerika, har samma form som Manchester-dynamon. Elektromagneterna äro shuntlindade, men ega dessutom några

FIG. 324.

hvarf af serielindningen, ehuru i motsatt riktning mot den förra, hvarigenom regleringen underlättas (jämför § 284).

OerZfcfow-motorn, som tillverkas vid den bekanta maskinfabriken med detta namn, är likasom firmans vanliga dynamomaskiner äfven härledd från Manchester-dynamon. Men här finnes truminduktor. Denna maskin är begagnad vid några af firmans anmärkningsvärda anläggningar för kraftöfverföring, för hvilka vi något längre fram skola redogöra*).

Reckenzauns motor har vunnit ganska vidsträckt användande, i synnerhet vid elektriska järnbanor. Elektromagneterna omsluta den roterande induktorn, som utgör en horisontal cylinder, hopsatt af små järnstycken och beklädd med koppartrådarna på så sätt, att maskinen kan ventileras och dess upphettning förebygges (se fig. 325). Denna motor förses vanligen med två par borstar samt en mekanism för omkastning af rörelseriktningen, hvarom vi i nästa paragraf skola tala Vi anföra nu en försöksserie, som blifvit anstäld med en dylik motor. Denna, hvars vigt var 124 eng. skålpund och inre motstånd 0,564 ohm, var en serie-dynamo och dess normala elektromotoriska kraft utgjorde 70 volt. När den drefs med strömmar af olika styrka, erhöllos följande resultat:

Strömstyrka i ampere	Elektromotorisk kraft i volt	Antal hvarf i minuten	Hästkraft
24,8	43,3	1,158	0,86
25,6	53,3	1,436	l,07
26,2	71,6	2,184	1,54
39,4	70	1,724	2,13
47,6	76	1,554	2,4
50	95	1,931	2,87.

Den angifna hästkraften är den som medelst dynamometern bestämdes.

De båda bekanta engelska elektroteknikerna Ayrton och Perry hafva konstruerat en egendomlig elektrisk motor, som är

*) Det bör dock anmärkas, att man i Oerlikon redan öfvergår till andra typer än Manchester-dynamon. Sålunda har man vid de tvåpoliga nya maskinerna vertikala öfver och under induktorn stående elektromagnetkärnor, fastgjntna vid en nära rektangelformad ram, hvilken omsluter maskinen. De fyrpoliga nya maskinerna hafva fyra elektromagneter i radiel riktning gående mot induktorn från en cirkelformig ram. Två och två af elektromagneterna stå diametralt motsatta och hilda 45° mot lodlinien.

FIG. 325.

afbildad i fig. 326. Induktorn är här orörlig och nära cylinder-formigt omslutande de rörliga elektromagneterna, med hvilka de vid J5 anbragta borstarne rotera, under det att kollektorn C är orörlig. Induktorn är en bred ring

med framskjutande tänder, mellan hvilka spiralerna äro upplindade, samt hvars kärna är bildad af tandade järnblecksskifvor. Elektromagneterna hafva två nära i halfcirkelform böjda polskifvor, som komma nära intill induktorns inre yta. Vanligen är dessa motorers tråd-lindning anbragt såsom vid serie-dynamos, men vid några maskiner användes compound-lindning, hvarigenom afses, att de skola blifva självfreglerande. Borstarnes ställning kan regleras

FIG. 326.

w

med tillhjälp af hjulet W, som är fastsatt på maskinaxelns förlängning. Men för de större motorerna sker regleringen medelst ett system af häfstänger. Genom polskrufvarne &, b införes strömmen. Sådana motorer med hästkraft från 0,35 till 2,2 väga 37 till 125 engelska skålpund. Den minsta motorn kan lemna 40 proc. verkningsgrad.

Immisch' motor är i England mycket använd för olika ändamål. Den utgöres väsentligen af en cylindrisk induktor med en kärna, hopsatt af tunna järnblad, samt elektromagneter, vanligen anordnade efter Manchestertypen. Man har vid dess konstruktion följt såsom regel, dels att göra induktorn större i jämförelse med elektromagneterna än hvad som anses lämpligt vid dynamo-maskiner, dels att borstarne icke gifves något försprång. Por den skull begagnas en särskild metod för induktorns lindning, hvilken kan tillämpas såväl vid trum- som ringinduktorer. De förstnämnda användas vid låg, de sistnämnda vid hög spänning. Spolarne äro på så sätt förenade till en kommutator, att

när de ligga långs diametern mellan borstarne, de uteslutas ur ledningen genom att kortslutas sinsemellan. Ändamålet härmed £r att förminska tvärmagnetiseringen (jämför § 150). Följande tabell lemnar vidare uppgifter öfver några af dessa maskiner, Ii vilka äro seriemotorer:

Hästkraft Antal hvarf i minuten Strömstyrka i ampere Potentialskilnad i volt

FIG. 327.

6.....1,200 ..... 27,5......200

12..... 850 ..... 35 300

25..... 700 ..... 46,5......450

60..... 550.....71 700

100..... 500.....103 ......800.

288. Detaljer Tid elektriska motorer. - Vi skola I detta hänseende till en början taga i betraktande de olika sätt «nan använder för att omkasta rörelsens riktning. Detta kan ske genom att förändra riktningen af den till induktorn gående strömmen, om borstarnes läge samtidigt något ändras, motsvarande neutralpunkternas förskjutning. Enär strömmens omkastning äfven kan ske genom att borstarne vridas 180°, så kan man åstadkomma omkastning af rörelseriktningen genom att vrida borstarne en vinkel 180° - 2 v, om v betecknar neutralpunkternas ursprungliga vinkelafstånd från den mot elektromag-netpolernas föreningslinie vinkelräta linien. Men man kan i stället göra bruk af två par borstar, där hvartdera paret motsvarar den .ena eller andra riktningen. Genom en enkel mekanism

kan man sätta borstarne i förbindelse med kollektorn. Pig. 327 visar en af Reckenzaun för detta ändamål uppfunnen häf-stångsinrättning, hvilken blifvit använd vid de af denne ingeniör konstruerade motorerna. De båda borstarne äro fastsatta på

borsthållare, som äro vridbara kring tappar. Medelst två små ebonitrullar, som äro fasta på en böjd stålfjäder, hvars midt är anbragt vid en häfetång, föras borsthållarne åt ena eller andra sidan. Härigenom meddelas åt börs tame det läge, som erfordras för att motorn skall röra sig i ena eller andra riktningen.

Huruvida vinkeln v bör vara konstant eller icke vid olika effekt hos motorn beror på dennes konstruktion. Om elektromagneterna äro svaga och induktorn jämförelsevis kraftig, behöfva borstarne mycket förflyttas, när effekten varierar, men om elektromagneterna i stället äro kraftiga och induktorn svag, blifver förflyttningen obehöflig, hvarjämte rotationshastigheten kan vara konstant, huru motorns belastning ock förändras. Sålunda har Mordey efter dessa principer konstruerat en elektrisk motor med oföränderligt läge hos borstarne vid bestämd rörelseriktning och där hastigheten blott förminskades med 3 proc., när motorns effekt varierade från l till 11,7 hästkrafter.

Man har ock försökt automatiska inrättningar för att vid motorer inställa borstarne på för tillfallet lämpligaste sätt. Sålunda har Field vid sin motor, hvars magnetiska fält är svagt, gjort bruk af en dylik inrättning, som grundar sig därpå, att i kollektorn två diametralt motsatta lameller i ett mot borstar-nes föreningslinie vinkelrätt plan ega samma potential, så att en dem förenande ledare icke genomgås af någon ström. Två små borstar äro anbragta vid dessa lameller och förenade med en liten motor. Mr de stora borstarne hafva sitt rätta läge, går ingen ström genom motorn, men när denna belastning förändras, blifver potentialens fördelning icke längre den samma och en svag ström genomgår motorn, som kommer i rörelse. Genom en utvexling från motorn förflyttas de stora borstarne, till dess det nya jämvigtsläget hunnits. För att minska gnist-bildningen sättes blott en af hvar femte lamell i beröring med de små borstarne.

En vigtig omständighet vid elektriska motorer är det sätt, hvarpå de bringas i verksamhet. Innan detta skett förefinnes icke någon elektromotorisk reaktionskraft, och om motorn då utsättes för konstant potentialskilnad, kommer en långt starkare ström att till en början genomgå maskinen än sedermera, då induktorn roterar med den normala hastigheten. Induktorn och hela motorn kan härigenom bringas i fara, så framt igångsättningen sker plötsligt. Man bör därför använda motstånd, hvilka till en början införas och sedermera frånkopplas, i den mån hastigheten och således den elektromotoriska kraften tilltager. Allt efter motorns beskaffenhet anbringas motståndet på olika sätt. Vid serie-motorer kommer det naturligtvis i följd med öfriga ledningar, men vid shunt-dynamos införes regleringsmotståndet sålunda, att en del af strömmen går därigenom och,

FIG. 328.

J

FIG. 329.

induktorn satnt en annan del genom elektromagnetlindningen. För att utjämna de af temperaturen härrörande motståndsförändringarna kan man ytterligare infora ett regleringsmotstånd på sätt fig. 328 antyder, a är det först omnämnda motståndet, hvilket särskildt användes för att vid igångsättningen föröka induktorns motstånd och i stället tillföra elektromagneterna mera ötröm, under det att regleringsmotståndet 6 begagnas för hastighetens utjämning under driften. Båda dessa motstånd kunna anbringas i

samma låda. - Då motorn skall stannas, bör man införa motstånden, innan strömmen afbrytes. Detta gäller, om motorn drifves af ett batteri, eller om den är införd i stället för en glödlampa i en belysningsanläggning, men om den drifves af en dynamo, kan den naturligtvis lättast stannas om denna bringas ur verksamhet, och motstånden behöfva då ej införas.

Vi böra äfven nämna, att man vid motorer ännu mera än vid dynamo-maskiner gör bruk af kolbor-star (jämför § 143). Härigenom kommer kollektorn att nötas mindre, emedan de uppkommande gnistorna i stället angripa kolet. Man kan äfven ombyta rotationsriktningen, utan att försprånget behöfver förändras. Men erfarenheten har visat,

att kolets beskaffenhet är af stor vigt. Gör man bruk af skifvor af samma slags kol, som vanligen begagnas för galvaniska element, vinnes icke det afsedda syftet, utan man måste begagna särskildt mycket fast kol, hvilket obetydligt nötes och icke lemnar spår1 till dam. Fig. 329 visar exempelvis anordningen af kolbor-starne, sådana de af Lacombe & O.ie i Levallois-Perret, nära Paris, tillverkas, och hvilka uppgifvas såsom särdeles hållbara.

289. Öfverförande af mekaniskt arbete medelst likriktad strÖin. - Telegrafien visar redan möjligheten att

kunna medelst elektricitetens tillhjälp öfverföra kraft och mekaniskt arbete*) från ett ställe till ett annat långt aflägset; särskildt gäller detta för de magneto-elektriska telegraferna, där elektriciteten alstras genom mekaniskt arbete. Men det är endast ytterst svaga krafter, som sålunda öfverflyttas. Att likväl äfven starkare krafter kunna föras genom en elektrisk ledning, är sannolikt redan däraf, att de elektriska maskinerna med konstanta strömmar äro omvändbara (§ 281). Detta gäller icke blott for de magneto-elektriska, utan äfven för de dynamo-elektriska maskinerna. Den tanken ligger då nära, att hopkoppla två maskiner på så sätt, att den ena, generatorn, användes för att medelst mekaniskt arbete frambringa elektricitet, hvilket genom en dubbel ledning föres till den jandra maskinen, receptorn, där den verkar som i en motor. År 1873 gjordes de första försöken i denna riktning, såsom vi redan förut antydt. Grammes första försök anstäldes med en ångmaskin, som dref en magneto-elektrisk maskin och därför förbrukade 75 kilogrammeter i sekunden, hvilket arbete uppmättes med dynamo-metern. Strömmen sändes till en nära belägen dylik elektricitetsmaskin, där elektriciteten förvandlades till arbete, hvilket med dynamometern bestämdes till 39 kilogrammeter. Senare försök hafva ådagalagt, att långt större del af arbetet på så sätt kan öfverföras från generatorn till receptorn.

Under verldsutställningen i Wien år 1873 förevisade Fontaine en elektrisk kraftöfverföring, hvilken var den första praktiska tillämpning för detta ändamål. En centrifugalpump drefs medelst en af Grammes magneto-elektriska maskiner, hvilken sattes i rörelse genom strömmen från en dylik maskin. Denna hölls i gång af en gasmaskin. Afståndet mellan generatorn och receptorn var mer än en kilometer. Vid utställningen i Filadelfia år 1876 förefanns äfven en sådan anordning.

Är 1877 började de egentliga industriela tillämpningarna af detta sätt för arbetsöfverföring. I en verkstad i Saint-Thomas d?Acquin i Frankrike sattes då en delningsmaskin i verksamhet medelst en 50 å 60 meter därifrån varande ångmaskin, hvilken dref en Grammes maskin, hvarifrån strömmen gick genom en dubbel ledning öfver gården till en elektrisk motor nära delningsmaskinen. Samma år anordnades af Cadiat en elektrisk kraftöfverföring i bolaget "Societé du Val d'0sne" verkstäder i Paris. Två Grammes dynamo-elektriska maskiner af den normala storleken anbragtes på 150 m. afstånd och förenades med en dubbel ledning af 3 mm. grof koppartråd, anbragt på isoleringshattar, fullkomligt på samma sätt som en telegraf ledning. Den ena

*) Man använder oftast uttrycket kraftöfverföring, men uttrycket öfverföring af mekaniskt arbete är utan tvifvel korrektare.

maskinen sattes i rörelse af en ångmaskin, den andra drefs genom den i ledningen framgående strömmen och utöfvade ett arbete motsvarande § hästkraft.

I England började man kort därefter försöka kraftöfver-föring medelst elektricitet. Sålunda uti "Shaws Water Chemical Works". Här gjorde man bruk af två dynamo-elektriska maskiner af v. Hefner-Altenecks system. Den ena drefs genom en hydraulisk motor; den andra på 137 meters afstånd satte i rörelse åtskilliga arbetsmaskiner.

Den första användningen i större skala af elektricitet för arbetsöfverföring gjordes af Felix i Sermaize (dep, Marne) i Frankrike för ett stort hvitbetssockerbruks behof. En lyftkran, som användes för hvitbetornas lossning från fartygen, sattes i verksamhet på 200 meters afstånd medelst två Grammes dynamo-elektriska maskiner, den ena i sockerbruket, den andra i samband med kranen, hvars axel kringvreds genom utvexling från dynamo-maskinens axel. Genom en kommutator slöts och afbröts strömmen, på det att kranen i rätta ögonblicket skulle kunna fås i gång eller stannas. Ledningen var af koppartråd, upphängd på telegrafstolpar. - Äfven drefs på samma ställe med elektricitet ett slags paternosterverk, jämväl användt för lossningen af hvitbetor.

Men af större betydelse äro de ganska omfattande försök Felix anstälde vid Sermaize att begagna elektricitetens hjälp för landtbruksarbeten, vid hvilka eljest ångkraft användes. För plöjning med elektricitet ersatte han ånglokomobilerna med elektriska lokomobiler. Två sådana anbringas på det afstånd från hvarandra, som bestämmes af dimensionerna hos det fält man skall odla. Det elektriska lokomobilet har ett vindspel, som sättes i rörelse genom en därmed i samband" varande Grammes dynamo-elektriska maskin, hvilken erhåller elektriciteten från en nära motorn (ångmaskin eller vattenkraftsmaskin) varande Grammes maskin, förenad med de båda lokomobilerna genom ledningstrådar. Medelst en kommutator sändes strömmen än till den ena än till den andra maskinen. Härigenom bringas ettdera af vindspelen i rörelse, och den kring dem upplindade 10 mm. grofva, 400 m. långa ståltrådslinan framdrager plogen i den riktning som påkallas. Anordningen är således i hufvudsaken densamma som vid ångplogen, men erbjuder den fördel, att inan kan begagna ett vattenhjul eller annan motor, som man har till sitt förfogande, för att på ganska stort afstånd drifva de elektriska lokomobilerna, hvilka dessutom kunna göras vida lättare än vanliga lokomobiler. Vid de första försöken att plöja med elektricitetens tillhjälp var medelkraften, hvarmed plogen framdrogs, 3 till 4 hästkrafter, men senare begagnades kraftigare maskiner af omkring 12 hästkrafter, under det att

kraftmaskinen utvecklade 25 hästkrafter. Ledningstråden, som är af koppar med 10 qv.-mm. tvärskärning och ända till 1,600 m. lång, Upphänges på stolpar. Den är i allmänhet icke beklädd med isoleringsmedel. Det är gifvet, att de tider, när lokomobilerna icke behöfvas för plöjningen, de kunna användas för att förrätta andra arbeten, såsom tröskning, vattenuppfordring o. s. v.

Dessa försök öfver elektricitetens tillämpning för landtbruket äro af stort intresse, men de hafva ännu icke vunnit synnerlig efterföljd. Däremot har den elektriska kraftöfverföringen vunnit stort användande för andra ändamål inom industrien och bergshandteringen. Flera tusental dylika anläggningar hafva uppstått under de femton år, som förflutit sedan de första försöken i denna riktning. Äfven i vårt land är ett icke ringa antal af dem i verksamhet. Yi skola anföra några exempel i detta hänseende.

29O. Olika tillämpningar beträffande öfverföring af mekaniskt arbete medelst likriktad ström. - Dessa tillämpningar äro af så många olika slag, att vi endast kunna anföra en ringa del af dem. De afse antingen arbetets öfverförande blott från en punkt till en annan eller ock dess fördelning till flera olika punkter.

För ventilationsapparater inom byggnader. I Hötel-de-Ville i Paris äfvensom i École centrale i Paris har man gjort bruk af den elektriska arbetsöfverföringen för drifvande af ventilatorer. I förstnämnda byggnad har man 35 ventilatorer, som sättas i rörelse af hvar sin nära dem stående motor af Gram-mes system, och hvilka erfordra från 7 till 40 kilogrammeter per sekund. Kraften lemnas af två ångmaskiner, som bland annat hafva till uppgift att drifva två Grammes dynamo-maskiner, hvilka hvardera erfordra omkring 8 hästkrafter. Dessa maskiner göra 1,250 hvarf och motorerna 1,45(5 till 1,750 hvarf i minuten. Strömmen från hvardera maskinen har 50 ampere och 110 volt potentialskilnad. Motorerna äro anbragta i fem särskilda ledningar. - I École centrale har man äfven två generatorer, men blott 10 i derivation stälda motorer.

\7id Allmänna telefonbolagets centralstation begagnas för luftvexlingen elektriska ventilatorer af Siemens & Halskes konstruktion. Denna metod för luftvexling är numera mångenstädes använd.

Inom grufhandteringen. För grufvornas behof har man flerestädes begagnat elektrisk arbetsöfverföring. Så t. ex. finnes i Arizona i Norra Amerika en sådan anläggning för 150 hästkrafter, hvilka öfverföras 12,5 kilometer. Äfven i Sverige har detta bekväma sätt att öfverföra det mekaniska arbetet börjat vinna tillämpning. Sålunda har man nyligen vid En-

myre gruffält anlagt en nära 8 kilometer lång ledning för «detta ändamål. Nära Sågmyre järnvägsstation drifver ett vattenfall en turbin, hvarigenom en dynamo sättes i verksamhet. Den alstrade strömmen, hvars intensitet varierar mellan 4 och 8 ampere, ledes genom koppartrådar af 3 mm. diameter, anbragta på stolpar med 70 m. afstånd sinsemellan. Motorn är en dynamo, liknande generatorn, men med mindre tråd. Anläggningen är beräknad för 1,700 volt och 12 hästkrafter. Den elektriska delen däraf, nämligen de båda dynamo-maskinerna,

mätinstrument, säkerhetsapparater, strömbrytare samt ledningstråd med isolatorer, kostar uppsatt 6,078,40 kr. Härtillkommer för stolparna och deras uppsättning, ersättning för skog m. m. 449,40 kr. samt för en telefonledning 350 kr. Anläggningen, som drifver konst och spel vid grufvan, är utförd af Eyham-mars aktiebolag.

En tillämpning af den elektriska kraf tö f verföringen vid grufbrytning är af särskildt intresse, nämligen för drifvande af .lokomotiv i grufvorna. Yi skola något längre fram återkomma härtill.

Vid byggnad af järnfartyg. Vi anföra såsom exempel i detta hänseende de af Bowan i Glasgow gjorda tillämpningar, af hvilka man med framgång gjort bruk vid Macmillans varf i Dumbarton. Här begagnas maskiner icke blott för nitning af plåtarna, utan jämväl för nithålens borrning, nithufvudenas fräsning och andra liknande arbeten. Dessa verktygsmaskiner drifvas af elektriska motorer, till hvilka strömmen kommer genom isolerade trådar från en dynamo-maskin, som sättes i rörelse genom en ångmaskin i en byggnad i fartygets närhet. De fasthållas vid fartyget genom kraftiga elektromagneter^ som under inverkan af särskild ström starkt attrahera järnet. Stöden för nitstanseh på motsatta sidan af plåten fästas på samma sätt. Maskinerna upphängas vid en rullkran, som kan föras rundt omkring fartyget.

Denna metod har visat sig praktisk och har vunnit användande äfven vid andra varf. Dessutom har man tillämpat den vid tillverkningen af stora ångpannor. Vid en härför använd elektrisk borrmaskin arbetade motorn med 100 volt och 12 ampere samt 2,000 hvarf i minuten. Denna hastighet reduce-Tades genom kugghjulsutvexling till 125 hvarf. Maskinens totala vigt var 140 kg. och den kunde genomborra 28 mm. vida hål i en 25 mm. tjock järnplåt.

För drifvande af kranar och vindspel har den elektriska arbetsöfverföringen flerestädes vunnit tillämpning. Vi anföra exempelvis den i Paris vid godsstationen till Chemin de fer du Nord begagnade anordning, hvarom fig. 330 lemnar begrepp. Själfva kranen utgör en vagn på fyra hjul, som uppbär två568 ÖFVEBFÖRANDE AP MEKANISKT ABBETE MEDELST ELEKTKICITET.

Siemens dynamo-maskiner A och B. Den ena af dessa, nämligen B, åstadkommer vagnens fram- och återgående rörelser den andra, A, tjänar till att höja och sänka varorna, som skola lossas och lastas. Vagnen löper på en spårväg af järnskenor i dubbel T-form på 4,25 m. höjd öfver marken. Medelst kugghjulet E på induktoraxeln till dynamon £ meddelas rörelsen åt en ändlös kedja (7, hvarmed det på ena vagnsaxeln anbragta-hjulet D kringvrides, och således äfven vagnen sättes i rörelse. Allt efter som strömmen, hvilken föres genom .Z?:s induktor,

FIG. 330.

gifves ena eller andra riktningen, kommer äfven vagnen atfe röra sig åt ena eller andra hållet. - Hvad åter beträffar dynamo-maskinen A, är vid dess axel anbragt en skrufgänga E, som* verkar på hjulet F. Kring detta går kedjan G G'G", vid hvilken fästas säckarna eller bålarna, som skola upphissas. Såsom* generator användes en Grammes dynamo-maskin, som står i förbindelse med de båda motorerna genom en dubbel ledning af tillsammans 600 meters längd. Vid motorernas polskrufvar är potentialskilnaden 49 volt och strömstyrkan 23 ampere. Strömmen regleras medelst en kommutator, med hvilken motståndsspiraler af nysilfver stå i samband. För att lemna föreställning om den skyndsamhet, hvarmed man med denna kran*CENTRALSTATIONER FÖR FÖRDELNING AF MEKANISKT ARBETE. 569

arbetar, må anföras, att på 35 sekunder kan man på järnvägsvagnen fästa, upplyfta och på 23 meters afstånd aflemna en last af 140 kg. samt återföra kranen till ursprungliga läget.

Vid Jaspars mekaniska verkstad i Liége begagnas elektricitetens hjälp för transport af vagnar uppför ett lutande plan af 22 m. längd och 5,25 m. höjd. De lastade vagnarne anbringas på en låg vagn, som rullar på planet och uppdrages medelst en kedja. Denna upplindas öfver ett vindspel, hvilket sättes i rörelse genom utvexling af friktionshjul från en närbelägen elektrisk motor. Strömmen till denna lemnas af en Grammes maskin genom en 250 m. lång koppartråd af 4 mm. diameter. Generatorns hastighet är 2,100 hvarf, motorns 1,300 hvarf i minuten. Strömstyrkan är 30 ampere, potentialskilna-derna vid polskrufvarna resp. 190 och 150 volt. Generatorn, som

drifves af fabrikens ångmaskin, tager 8 h.-k. i anspråk, och motorn utvecklar för att lyfta lasten på 6 minuter 4^ h.-k.

Inom större fabriksanläggningar och sågverk. För att drifva arbetsmaskiner inom olika delar af en vidsträckt fabrik har man mångenstädes med stor fördel användt elektricitetens hjälp. I stället för trådlinor och de andra medel, man begagnar för att fortplanta kraften från kraftmaskiner till aflägsna arbetsmaskiner, kan man begagna den elektriska arbetsöfver-föringen. Den lätthet, hvarmed ledningen kan anbringas och möjligheten att föra den lika väl i alla riktningar, göra denna anordning särdeles beqväm och kommer utan tvifvel att skaffa den allmänt al^ändande, när man blifver mera förtrogen därmed. Det finnes redan stora mekaniska - verkstäder, såsom Du-communs och Gramme-bolagets, vid hvilka icke en enda rem-utvexling begagnas, utan i stället elektrisk kraftöfverföring.

För den mindre industriens behof. De små elektriska motorerna, hvarom vi förut talat, erhålla sitt förnämsta värde genom att de på ett särdeles enkelt sätt möjliggöra för de små industrigrenarne att erhålla för dem passande kraftmaskiner. Men detta förutsätter att en elektrisk centralstation med tillhörande ledningar är upprättad.

291. Elektriska centralstationer för fördelning af mekaniskt arbete. - De i många städer upprättade centralstationerna för belysning med glödlampor lemna jämväl i ganska stor omfattning elektricitet för drifvande af motorer, men äfven särskilda stationer äro upprättade för sistnämnda ändamål. Så t. ex. har den äldsta af dessa stationer, nämligen den i New-York år 1882 af Edison anlagda stationen, i sin ledning ett antal elektriska motorer från ^ till 6 hästkrafter, hvilka användas för flera olika ändamål och uppgifvas vara mycket tillfredsställande, på grund af deras beqväma skötsel och lätthet

att uppställa samt frihet från allt buller och obehag. Betalningen erlägges likasom för lamporna efter mätarens uppgift. I Boston försäljer "Boston Edison Company" elektrisk energi utan afseende på det ändamål, hvartill denna användes. Sedan år 1886 anbringar detta bolag hos sina abonnenter elektriska motorer af systemet Sprague, hvilka allt efter den afsedda effekten arbeta med 110 eller 220 volt potentialskilnad. Med tillhjelp af treledaresystemet kan en sådan fördelning lätt ega rum. Den minsta motorn lemnar 0,5 och den största 15 hästkrafter. De användas för varuhissar och personhissar, för symaskiner, ventilatorer, verktygsmaskiner, träbearbetningsmaski-ner, ismaskiner, hos läkare och apotekare samt för diverse ändamål. Priset är 125 dollars om året för hästkraft och 75 dollars för half hästkraft. För maskiner af mer än en hästkraft lemnas rabatt. Motorerna tillhöra abonnenterna.

Det är en vigtig omständighet vid den elektriska energiens fördelning, att de särskilda elektriska motorerna böra kunna arbeta fullkomligt oberoende af hvarandra samt att hvarje sådan motor i systemet bör gå med samma hastighet, vare sig den är mer eller mindre belastad. Att det första vilkoret bör uppfyllas är af sig själft tydligt, och om man tager i betraktande de olika ändamål, till hvilka dessa motorer begagnas, finner man, att det vanligen är nödvändigt eller åtminstone önskvärdt, att motorn bibehåller sin hastighet oförändrad under arbetet. Fördelningen af elektricitet sker vanligen därigenom, att motorerna anbringas i derivation, ^{ilogt med hvad förhållandet är vid glödlampbelysningen, och då hålles potentialskilnaden konstant, under det att strömstyrkan i hufvudled-ningen måste vara så mycket större ju flera och ju starkare motorer, som äro i biuk. Detta är Edisons system, hvilket till-lämpas vid så många centralanstalter för elektrisk belysning och kraftfördelning. För att här erhålla konstant hastighet vid olika belastning bör motorn vara så afpassad, att ju större belastningen är, desto svagare är det magnetiska fältet. Till detta skenbart motsägande resultat för teorien för de elektriska motorerna. Detta härrör, enligt hvad Kapp visat, däraf, att den verkan, som utöfvas af fältmagneterna på den roterande induktorn, beror icke blott på de förras styrka utan jämväl på styrkan hos strömmen uti induktorn, och att i samma mån fältmagneterna blifva starkare, förökas också den motverkande elektromotoriska kraften hos induktorn, hvarigenom magneternas inflytande förminskas, under det att förökningen uti induktor-strömmen icke inverkar på denna motkraft, men däremot har till följd en ringa försvagning af den elektromotoriska kraften genom induktorledningens större motstånd. För att ersätta denna förlust är det behöfligt att något försvaga det

magnetiska fältet för starka strömmar, så att därigenom erhålles en

förminskning af motkraften hos induktorn. Om vi tänka oss, »att motorns belastning ökas, skulle dess första verkan vara att minska hastigheten. Härvid blifver motkraften uti induktorn mindre, så att en större strömstyrka får passera, hvilket åter igen påskyndar rörelsen. Dessa vilkor uppfyllas af en com-pound-dynamo såsom motor. Dennas elektromagnet är vanligen så lindad, att då den begagnas såsom generator så väl serie-söm shuntlindningen föröka magnetismen, men då den användes såsom motor, går shuntströmmen samt strömmen uti induktorn och således uti serielindningen åt motsatta håll. En compound-dynamo är därför s j älf regler ande äfven då man gör bruk af den såsom motor, förutsatt att potentialskilnaden är konstant. Men det är tydligt, att man för att erhålla samma effekt måste hafva en större motor, om den är compoundlindad och således har svagare magnetiskt fält. Tillökningen i vigten kan beräknas till vid pass 10 procent.

292. Deprez9 försök öfver elektrisk arlbetsöfrer-föring. - Sedan år 1873, då de första försöken gjordes att medelst elektricitet öfverföra kraft, äro flera vetenskapliga undersökningar häröfver anstälda. Vi skola till en början taga i betraktande de nyare försök den franske elektrikern Marcel Deprez i detta hänseende anställt, hvarvid afsågs, att experi-mentelt ådagalägga möjligheten att med elektricitet öfverföra mekaniskt arbete på betydande afstånd.

Försöken år 1882 mellan Munchen och Miesbach. Vid dessa redan i vårt äldre arbete om elektriciteten antydda försök var afståndet 57 kilometer. Strömmen leddes fram och åter genom vanliga telegraftrådar och hela motståndet utgjorde 950 ohm. Den i Miesbach varande generatorn sattes i verksamhet med 1,04 å 1,14 hästkrafter, under det att motorn i Munchen lemnade 0,224 å 0,259 hästkrafter. Verkningsgraden yar således omkring 25 proc. Generatorns hastighet var 1,600 och motorns 700 hvarf i minuten, strömstyrkan något mer än en half ampere, potentialskilnaden till generatorns polskrufvar omkring 1,300 volt.

Försoken år 1883 vid Gare du Nord i Paris. Här an-bragtes generatorn och motorn i samma rum och förenades med två trådar, den ena en grof och kort koppartråd, den ^ndra en telegraftråd af 160 ohms motstånd, hvilken utgjorde tvä hopkopplade telegraflinier. Genom denna anordning blef försökets anställande mycket underlättad t, men den motsvarade icke fullt hvad som vid kraftöfverföring i verkligheten eger rum. Resultaten böra dock blifva desamma som om generator och motor voro på ett afstånd, motsvarande ett ledningsmotstånd af 160 ohm för båda ledningarna tillsammans, förutsatt att isoleringen är fullständig, men om detta icke vore händelsen skulle

genom den använda anordningen motståndet förminskas och verkningsgraden synas större än den rätta. För att förebygga detta fel bestämdes utom strömstyrkan jämväl potentialskilnaden mellan telegraftrådens ändar under självfva kraftöfverföringsförsöket, hvaraf motståndet beräknades. Vi anföra några få resultat.

Antal hvarf per minut Potentialskilnad i volt Strömstyrka i ampere. Hästkraft Mekanisk verkningsgrad i procent.

gener. motor. gener. motor. använd. öfverföra.

923 709 2,086 1,685 2,52 10,556 8,939 37,2

850 643 1,937 1,479 2,57 9,514 3,572 37,5

| 1,024 799 2,388 1,994 2,so 12,267 4,439 36,2

Försöken år 1883 mellan Grenoble och Vieille. Dessa äro af verkligt praktiskt intresse. Vid Yizille dref en turbin generatorn, och till den på 14 kilometers afstånd därifrån i Grenoble uppstälda motorn fördes strömmen genom en dubbel ledning af kiselbronstråd med 2 mm. diameter. Denna lednings hela motstånd var 167 ohm. Beträffande de båda dynamo-maskinerna, så var deras motstånd:

_ , /elektromagneterna 20,1 ohm Generatorn <. ° Qa

(induktorn 00,6 »

/elektromagneterna 61,0 » (induktorn 36,0 »

Det använda och det erhållna arbetet bestämdes medelst Pronys dynamometer, och för generatorn var det då nödvändigt att göra bruk af substitutionsmetoden. Turbinens största effekt uppgick till 27 hästkrafter. Strömstyrkan uppmättes vid båda ändar af ledningen dels med Deprez' galvanometer, äldre modellen, och dels med silfvervoltameter. Den elektromotoriska kraften erhölls genom beräkning under antagande att den är proportionel mot hastigheten. Förlusten af strömstyrka i ledningen uppgick till 5,1 å 6,6 proc., hvilket visserligen är mycket, men icke förvånande, då potentialskilnaden var ända till 3,000 volt. Vi anföra här nedan några af försöksresultaten.

Antal hvarf per minut Elektromotorisk kraft i volt Strömstyrka i ampere. Hästkraft Verkningsgrad i procent.

gener. motor. gener. motor. använd. öfverföra. 810 641 2,163 1,332 2,59 7,25 3,65 50,3

950 646 2,736 1,709 3,20 9,97 5,88 58,9

1,050 734 2,992 1,981 3,15 12,33 6,68 54, i

1,040 | 875 3,146 2,231 2,85 11,18 6,97 62,3

Försöken år 1885 mellan Paris och Creil. Dessa anstäldes i mycket stor skala. Vi anföra här blott de slutliga försöken och förbigå de förberedande, hvilka voro anordnade i likhet med de förut vid Gare du j Nord utförda. Man använde särskildt för ändamålet konstruerade dynamo-maskiner, hvilka dock icke kunna anses som en förbättring af de Grammes maskiner, Deprez vid sina förut omtalade försök begagnat. Generatorn anbragtes i Creil och drogs där af ett lokomobil. Den hade två induktorer, som roterade i hvart sitt magnetiska fält, bildadt af åtta elektromagneter. Hvardera induktorns motstånd var 16,5 ohm och dess diameter 0,78 meter. I Paris mottogs strömmen af en vid la Chapelle uppstäld motor af Grammes system. Elektromagneterna vid såväl generator som motor underhöllos af särskilda Grammes dynamo-maskiner. Ledningen var af kiselbrons med 5 mm. diameter. Enär afståndet mellan stationerna är 56 kilometer, blef hela längden 112 kilometer. Totala motståndet var 97,45 ohm. Tråden var anbragt på stolpar, men icke isolerad. I själfva verket erbjuder isoleringen af tråden vid så höga potentialer som här förekomma, stora svårigheter, och man inskränkte sig därför till att vid början och slutet af ledningen omgifva denna med isolerande beklädnad. Vid försöken varierade generatorns hastighet mellan 168 och 218 hvarf i minuten samt dess elektromotoriska kraft mellan 4,887 och 6,290 volt; den tog härvid 67 till 116 hästkrafter i anspråk. Motorerna upptogo häraf 27 till 52 hästkrafter med en verkningsgrad af 40,78 till 44,81 proc. Strömstyrkan öfversteg icke 10 ampere. Vid vissa af de förberedande försöken hade verkningsgraden dock uppgått till öfver 50 proc. Kostnaden för denna anläggning och för försöken var mycket stor. För praktikens behof måste andra metoder begagnas, för hvilka vi snart skola redogöra.

Fontaines nya försök med elektrisk arbetsöfverföring. - De stora kostnader och de svårigheter i öfrigt, hvilka vidlåda den metod för krafttransport i stor skala, som Deprez använde vid sina nu omtalade försök, har föranledt Fontaine att söka på annat sätt uppnå det afsedda syftet. I själfva verket har det lyckats denne ingeniör att genom ändamålsenlig kombination af flera maskiner af vanlig storlek medelst elektricitet öfverföra stora krafter under förhållanden, sådana att en praktisk tillämpning kan komma i fråga, hvilket knappast -är händelsen med Deprez' metod, där stora och mycket dyrbara maskiner voro i bruk. Vid Fontaines nu i fråga varande försök begagnades såsom generatorer fyra i serie anbragta Grammes dynamo-maskiner af öfre typen (se fig. 125, sid. 223), hvilka sattes i rörelse genom två stora hjul medelst friktions-

rullar. De båda hjulen voro anbragta på samma axel, hvilkens drefs med remutvexling från kraftmaskinen, och två dynamomaskiner voro stälda på hvar sin sida om dem för att utjämna, sidotrycken. Por upptagande af kraften användes tre sådana dynamo-maskiner, jämväl anbragta i serie och förenade sinsemellan genom elastiska muffar (Eaffards system). Samtliga de sju maskinerna voro konstruerade efter samma modell med lika dimensioner och i det närmaste öfverensstämmande i elektriskt hänseende. Induktorn är en vanlig Grammes ring med 30 cm. diameter oah 35 cm. längd, innehållande 200 spolar med järntrådskärna. Dess motstånd mellan borstarne är 4,7£

ohm. Elektromagneten innehåller en enda hästskoformig kärna af gjutjärn med en trådlindning af 6,6 5 ohm. Maskinens totala motstånd är således 11,4 ohm. Genom förberedande försök öfvertygade man sig om, att strömstyrkan icke fick öfverstiga 11 ampere, på det att icke öfverdrifvet stark upphettning skulle uppstå efter ett dygns arbete, samt att 1,600 volt var den elektromotoriska kraft, som gaf största elektriska verkningsgrad» Detta motsvarade 1,400 hvarf per minut. Vid 600 hvarf var den elektriska verkningsgraden hos maskinen 79 proc. och vid 1,400 hvarf 81 proc. Man infogade vid de slutliga försöken ett motstånd af 100 ohm mellan de båda grupperna af maskiner. Det visade sig, att härvid under fullt praktiska förhållanden kunde öfverföras 50 hästkrafter. Undersökningen skedde genom att taga indikatordiagram på ångmaskinens cylinder, då maskinen ena gången fick verka på generatorerna, andra gången på en Pronys dynamometer, hvarjämte en apparat af sistnämnda slag var anbragt mellan två af de tre motorerna. Vi anföra resultaten af en försöksserie.

Ångmaskinens hastighet.......... 56 hvarf i minuten

Generatorns » ....1,298 » » »

Potentialskilnaden mellan:

l:sta generatorns polskrufvar .... 1,490 volt

2:dra » » .... 1,505 »

3:dje » » .... 1,493 »

4:de » » .... 1,508 »

Potentialskilnaden vid ledningens början 5,996 »

Strömstyrkan............... 9,34 ampere

Motståndet i linien............ 100 ohm

Ångans arbete vid kolfven........ 112,8 hästkrafter

Ångmaskinens verkningsgrad....... 85 procent

Arbete vid generatorns axel....... 95,88 hästkrafter

Motorernas hastighet...........1,120 hvarf i minuten

Arbete vid motorernas axel....... 49,98 hästkrafter

Mekanisk verkningsgrad......... 52 procent.

De sju dynamo-maskinerna vägde tillsammans 8,400 kg. och deras pris uppgick till 16,450 francs.

Redan af dessa försök jämte dem Deprez anställt mellan Creil och Paris framgår tydligt, att man kan transportera äfven betydande krafter ganska långa vägsträckor utan allt för stora kostnader eller svårigheter. Det synes nämligen af de nu omtalade försöken, huru såsom generatorer och motorer vanliga dynamo-maskiner med fördel kunna användas, och af de förut beskrifna försöken, huru man kan leda elektriciteten med hög potential till och med genom blanka trådar långa sträckor utan att allt för stor förlust eger rum.

De nu anförda vetenskapliga undersökningarna ligga till grund för flera af de förnämsta anläggningarna för öfverföring af kraft och mekaniskt arbete medelst elektricitet samt för de därmed gjorda försöken, hvilka vi nu skola beskrifva.

FIG. 331.

294. Arbetsöfverföring med Grammes dynamo-elektriska maskiner. - Ehuru man för arbetsöfverföring kan använda alla slag af magneto- och dynamoelektriska maskiner, som lemna konstanta strömmar, har dock Gramme

funnit lämpligast att konstruera särskilda maskiner för detta ändamål. Fig. 331 visar en sådan maskin, hvilken i synnerhet är passande för större krafters öfverförande. Han är omgifven med en åttkantig ram af gjutjärn, för att de ömtåligare delarne skola vara skyddade för stötar och annan yttre åverkan. Dess konstruktion är afsedd att kunna gifva den alstrade strömmen en hög elektromotorisk kraft, utan att dock behöfva använda en allt för stor rotationshastighet. Hingen är delad i fyra afdelningar, hvardera bragt under inflytande af en elektromagnet. Af fig. 331 synes, huru de fyra elektromagneterna korsa hvarandra, och huru ringen kan rotera under inflytande af fyra magnetiska fält; två och två af dessa, närbelägna hvarandra, ega motsatta polariteter. De alstrade strömmarne upptagas af fyra trådfjädrar, hvilkas tangeringspunkter motsvara öfvergången från ett magnetiskt falt till ett följande. Anordningen synes för öfrigt af figuren. Äfven begagnas mycket Grammes maskin, öfre typen, för detta ändamål.

Flera hundra dylika anläggningar äro utförda med sådana maskiner med ett öfverfördt mekaniskt arbete, varierande mellan en bråkdel af en hästkraft och 50 hästkrafter. Kostnaden för en maskin af l hästkraft uppgår till 550 francs och för 50 hästkrafter till 6,500 francs. Den mekaniska verkningsgraden varierar mellan 40 och 65 procent.

295. Arbetsöfverföring med elektricitet rid Doméne. - En af de mest betydande anläggningar af detta slag är utförd af Hillairet vid Chevrants pappersbruk i närheten af Doméne (Isére) i Frankrike. Man tillgodogör här ett 70 m. högt vattenfall genom en turbin med horisontal axel, till hvilken en dynamo-maskin för 300 hästkrafter direkt är kopplad. Härifrån föres strömmen genom två kablar af blank koppartråd med 50 qv.-mm. tvärskärning, anbragta på 130 stolpar, 5 kilometer till fabriken, där kraften upptages af en andra dy-namo, som vid 300 hvarf i minuten utvecklar 200 hästkrafter. Man kan af bifogade tabell inhemta närmare uppgifter angående anläggningen.

Största elektromotoriska kraft i volt.......2,850

» strömstyrka i ampere........... 70

Motstånd hos generatorns elektromagneter i ohm 0,950

» » » induktor . . . . » 0,984

» » hela generatorn....... » 1,934

» » recéptorns elektromagneter. » 0,731

» » » induktor..... » 0,690

» « hela receptorn....... . .. » 1,421

M » » linien ,......... » 3,474

Totala motståndet ...'........... » 6,829.

Den med dynamometern bestämda mekaniska verkningsgraden varierar mellan 0,63 och 0,66. Enär ledningen är förd uti en trakt, där ofta starka åskväder uppstå, har man vidtagit särskilda åtgärder f Or att. motverka den atmosferiska elektricitetens inflytande. Sålunda äro maskinerna väl isolerade från jorden samt ledningarna vid båda ändar försedda med åskledare, liknande dem man vid telegrafer använder, men med -50 cm. långa spetsar. Ett åskslag, som träffade linien, har klufvit nitton stolpar och krossat en af isolatorerna samt åstadkommit liflig urladdning genom spetsarne, men utan att skada 4em eller maskinerna, ehuru gnistor visade sig vid borstarne.

296. Oerlikons anläggningar för arbetsöfverföring med likriktad ström. - De förnämsta konstruktionerna i denna väg äro utförda af maskinfabriken Oerlikon, nära -Zurich. Dessa äro af så mycket större intresse som åtskilliga af dem blifvit underkastade omsorgsfulla mätningar.

Vi anföra till en början anläggningen mellan Kriegstetten .och Solothurn. På det förstnämnda stället upptages en vattenkraft medelst en turbin, hvilken sätter i rörelse två dynamomaskiner, lemnande 1,250 volt och 15 till 18 ampere. Denna .ström föres genom blanka koppartrådar af 6 mm. diameter till 4e på 8 kilometers afstånd varande

båda motorerna, hvilka ega samma anordning som generatorerna, men äro något mindre. 'Samtliga maskinerna äro serielindade och ligga i följd efter ti varandra. Ledningen mellan stationerna hvilar på 180 trästolpar samt är försedd med oljeisolatorer. Dessa likna pors-linstelegrafhattar, men undre kanten är omböjd i form af en ränna, hvari en isolerande olja anbringas. Från en punkt på föreningsledningen mellan generatorerna går en ledning till en motsvarande punkt på ledningen mellan receptorerna, så att på detta sätt ett slags treledaresystem erhålles, hvarigenom hindras, att. om en af de sistnämnda maskinerna hastigt stannar, -den andra af dem utsättes för dubbla spänningen. Vid hvardera stationen finnes en åskledare för linien. Generatorerna äro försedda med automatiska apparater vid elektromagneterna, hvarigenom dessas trådlindning kortslutes, när så erfordras.

Vi meddela de förnämsta resultaten af de mätningar, som Amsler anställt med denna anläggning, då båda generatorerna och båda motorerna användes. Två försöksserier anföras,

Ledningens motstånd i ohm.........9,228

Generatorernas » » 2,74

Motorernas » » 3,76

Elektriciteten. 37578 ÖFVERFÖRANDE AF MEKANISKT ARBETE MEDELST ELEKTRICITET;.

Generatorer Motorer

Elektromotoriska kraften i volt......... 1,836,5 1,575,4

» » . .'....... 2,129,0 1,896,2

Potentialskilnaden mellan polskrufvarne i volt 1,753,1 1,656,1

» 2,058,0 1,965,2

Strömstyrkan i ampere............. 11,48 11,42

» » 9,78 9,79

Totala mekaniska effekten I hästkrafter..... 30,87 23,21

» » » » ..... 30,87 23,o&

» elektriska » » 28,64 24,46

..... 28,20 25,21

Elektrisk verkningsgrad i procent........ 92,8 94,8

.... 91,6 91,4

Mekanisk » » 88,5 90,3

» » » .... 88,7 88,2.

Kraftöverföringens mekaniska verkningsgrad uppgick till 75,2 och 74,6 proc. Vid ett annat försök, då blott en generator och en motor användes, erhölls 68,2 procent.

Äfven må anföras anläggningen för tillgodogörande i Luzern af en vattenkraft i Thorenberg af 120 hästkrafter. En fyrpolig seriedynamo användes såsom generator och en annan dylik såsom motor. Strömmen föres dels genom luftledning af 3,040 m. längd och 63 qv.-mm. tvärskärning, anbragt på stolpar med porslinsisolatorer, och dels en kortare sträcka genom en underjordsledning. Ledningen fram och åter utöfvar blott 2 ohm motstånd. Den är beräknad för en elektromotorisk kraft af 1,000 volt och 80 ampere ström. Följande tabell innehåller närmare uppgifter öfver de båda maskinerna.

G-eneratorn Motorn

Induktorns diameter i meter................ 0,8 0,72

» längd M................ 0,8 0,8

antal trådhvarf ,t................ 396 360

Antal lameller i kollektorn '................ 132 120

Elektromagoeternas trådlindning, antal hvarf....... 315 279

» » diameter i mm. 10 10

Motståndet hos induktorn mellan borstarne i ohm 0,22 0,2

» » elektromagneterna » .... 0,245 0,207.

Hela den i följd anbragta ledningen egde 2,87 ohm motstånd.

Såsom biapparater användas här dels automatiska ström-slutare, med hvilka kortslutning sker vid elektromagneterna^ för den händelse de positiva och negativa ledningarna komm& i kontakt och strömmens intensitet förökas mer än 20 proc.,.

dels afbrytare för hand, hvarmed ledningen kan långsamt öppnas, så att icke en alltför stark extra ström uppstår, och dels åskledare vid båda ändar af hvardera ledningstråden.

Vi anföra slutligen, såsom exempel på de af Oerlikon utförda anläggningar af detta slag, dem, som finnas vid Schaff-

FIG. 332.

FIG. 333.

hausen för tillgodogörande af en del af Rhenfallet därstädes för spinneriernas behof. Man har ersatt de förut använda tråd-lineledningarna med elektrisk arbetsöfverföring, enär de förra visat flera olägenheter: hastig nötning, ojämn verkan till följd af väderlekens vexlingar o. s. v. Spinnerierna äro belägna på ena sidan af floden och generator-stationen på den andra. Afståndet mellan dem är omkring 700 meter. Stationen innehåller flera turbiner hvardera å 350 hästkrafter. Den utvecklade mekaniska energien försäljes till spinnerierna för 70 francs per hästkraft och år. Turbinernas axel är vertikal och förenas genom koniska hjul *) med en trissa, genom hvilken dynamo-maskinerna drifvas medelst bomullslinor. Dessa maskiner (se fig. 333) äro sex-

*) Det må nämnas, att man vid den i fråga varande verkstaden börjat använda dynamo-maskiner, hvilkas axel direkt kopplas med turbinaxeln och för den sknll är vertikal.

FIG. 334.

poliga, hvardera för 330 ampere och 624 volt. Två af dem äro stälda i bredd och utgöra tillsammans generatorn. Såsom receptor användas en större samt två mindre motorer med tillsammans 500 hästkrafter. Ledningen mellan generator och receptor utgöres af fyra kopparkablar, hvardera med 280 qv.-mm. tvärskärning. Den uppbäres vid fyra punkter mellan ändarne. Dessa stöd utgöras af 14 m. höga järntorn. Vid hvar och en af tornspetsarne äro fyra lådor uppsatta, en för hvardera kabeln. Fig. 332 visar dessas anordning. Den inre delen af lådan tjänar såsom föreningsstycke mellan kablarnes ändar, hvilka äro utbredda. Zink ingjutes i lådan, på det att kontakten må blifva säkrare samt spänningen jämnare i kabelns särskilda trådar. En yttre låda omsluter den nyssnämnda. Mellanrummet fylles med svafvel, hvilket är väl isolerande och erbjuder tillräcklig fasthet för att motstå åverkan genom kabelns tyngd.

Såsom skydd mot den atmosferiska elektriciteten finnes en stålkabel sträckt öfver de fyra kopparkablarne och satt i ledande förbindelse med jorden vid ändpunkterna och vid stöden. Det är sannolikt att urladdningen förr sker härigenom än genom den under varande ledningen. Men dessutom har man en åskledare vid* hvar kabels ände. Dessa åskledare utgöras af ett par tandade metallskifvor, den ena fast, den andra rörlig. Om blott en af kablarne träffas, sker urladdningen genom motsvarande skifvor. Skulle däremot en positiv och en negativ kabel samtidigt

träffas, erbjuder ljusbågen, som uppstår mellan skifvorna,, en tillräcklig derivation, eller med andra ord generatorn kortslutes. På det att icke någon skada må uppstå på apparaten, afbrytes denna kortslutning genom att den rörliga skifvan drages tillbaka. För den skull är hon förenad med en solenoid.

hvarigenom elektriciteten passerar vid urladdningen, så att skifvan därvid attraheras. Denna anordning verkar således som automatisk afbrytare.

Egendomlig är den metod, som användes för att sätta motorerna småningom i verksamhet utan regleringsmotstånd, hvilka blifva besvärliga, då det såsom vid denna anläggning gäller en betydande öfverförd effekt. Por den skull begagnas i stället den hopkoppling af ledning och maskiner, som fig. 334 schematiskt antyder. Af de två yttre positiva och två inre negativa kablarna, hvilka tillsammans utgöra ledningen, är blott en, nämligen den inre till höger vid s försedd med en kommutator vid motorstationen. Antag, att till en början maskinerna äro stillastående och kommutatorn öppen. Om då generatorn 6r± sättes i rörelse, kommer därigenom äfven de tre andra maskinernas shuntlindning att genomgås af den alstrade strömmen, såsom utan svårighet synes af figuren. De båda motorernas magnetiska fält sättas i verksamhet, och om man äfven bringar den andra generatorn 6r2 i gång, kommer en gradvis växande ström att genomgå de bada motorerna och sätta dem i rörelse. Den härvid alstrade elektromotoriska motkraften, hvars storlek angifves å en vid generatorstationen anbragt voltmeter, växer äfven gradvis. Mr den blifvit lika stor med den elektromotoriska kraft, som visas af en vid 6ft anbragt andra voltmeter, slutes kommutatorn. Spänningen är nära lika å ömse sidor om denna.

Motorerna voro ursprungligen konstruerade såsom shunt-maskiner, men till följd af induktorns ringa motstånd och dess reaktion på elektromagneterna visade det sig ganska svårt att erhålla belastningen lämpligt fördelad. Denna svårighet undvikes genom att använda demagnetiserande trådspiraler och föreningar mellan induktorerna och elektromagneterna, sådana, att hvarje motor, som under någon tid behöfver upptaga mer än vanligt af strömmen, får sitt magnetiska fält förstärkt. Dess elektromotoriska motkraft blifver härigenom större och åstadkommer jämvigt.

Pöljande tabell lemnar närmare uppgifter rörande denna betydande anläggning.

~ Receptor Små

Generator Stor ^ m^mfer

Antal maskiner.................. 2 1 2

Normala hästkraften för hvardera........ 300 380 60

Antalet magnetpoler............... 6 6 2

Antal hvarf i minuten.............. 300 300 350

Potentialskilnaden vid polskrufvarne i volt . . . 624 600 600

Normal strömstyrka i ampere.......... 330 500 81582 ÖFVERFÖRANDE AF MEKANISKT ARBETE MEDELST ELEKTRICITET.

~ . Receptor Små

Generator Stor ^otor motorer

Induktorns diameter i meter...........1,207 1,080 0,600

» järnkärnas längd i meter......0,508 0,517 0,572

» » radiela tjocklek i meter 0,203 0,178 0,120

Antalet ledare på induktorn........... 316 316 540

» segmenter på kollektom........ 153 153 90

Förlust vid induktorn i proc. ,........1,46 1,52 2,7

Antal kraftlinier per qv.-cm. å induktorn . . . 7,500 7,600 15,800

Shuntens motstånd i ohm............ 140 143 295

Förlust i shunten...............1,35 1,68 -

De båda dynamo-maskinerna och den stora motorn ega truminduktor, de små motorerna ringinduktor.

Den mekaniska verkningsgraden vid vanlig belastning för denna arbetsöfverföring är garanterad till 78 proc. Dessutom böra maskinerna vara i stånd att under 11 timme lemna 20 proc. Öfverskott utöfver den normala hästkraften. Borstarne böra ega minst 2,000 timmars och kollektörerna minst tio gånger så lång varaktighet. Variationerna hos motorernas hastighet vid full belastning och utan belastning får icke öfverstiga 3 proc. Totala kostnaden för den elektriska delen af anläggningen, inberäknadt torneri och kablarnes uppsättning, uppgår till 170,000 francs.

297. Arbetsöfverföring medelst Wenströms dynamo-maskiner. - I Sverige äro åtskilliga anläggningar för öfverföring och fördelning af mekaniskt arbete medelst likriktad ström utförda med användande af Wenströms dynamo (se § 136). Yi skola anföra ett par exempel i detta hänseende.

Till en början omnämna vi en af "Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget" utförd betydande anläggning af detta slag vid Ala sågverk i Helsingland för erhållande af drifkraft till virkesjusteringen vid skeppningen. I samma hus, som inrymmer ångpannor och maskiner för sågens drifvande, är uppsatt en särskild ångmaskin af c:a 30 hästkrafter, hvilken medelst rem drifver en Wenströms dynamo. Denna lemnar vid 550 hvarf i minuten 330 volt och 60 ampere och utgör generatorn, hvarifrån strömmen föres i isolerade kopparledningar till en på väggen uppsatt instrument-tafla, hvilken på vanligt sätt är försedd med a"mpére- och voltmetrar, strömbrytare och säkerhetsapparater. Därifrån föres strömmen ut genom väggen till isolatorer, som utgöra stöd för de yttre ledningarna. För dessa gör man bruk af blank koppartråd, anbragt på höga trästolpar medelst porslinsisolatorer. Bifogade afbildning (fig. 335) visar schematiskt, huru de fyra motorerna stå i samband med

generatorn och ledningarna. De tre generatorn närmast varande motorerna lemna hvardera 4 h.-k. samt den längst till fiöger varande 11 h.-k. Afståndet från den sistnämnde till generatorn är vid pass 875 m., hufvudledningens tvärskärning 57 qv.-mm. samt de fyra dubbla derivationsledningarnas hvardera 20 qv.-mm. Motorerna äro samtliga inkopplade på samma sätt som glödlampor vanligen äro det i en belysningsanläggning och försedda med säkerhetsapparater samt afstängare äfvensom med pådragningsmotstånd, så att motorns stoppning och igångsättning kan försiggå lätt och jämnt. Detta motstånd uteslutes naturligtvis under den normala gången. För hvarje motor är uppfördt ett skjul, som äfven upptager det för regleringen erforderliga maskineriet, alltid i närheten af en lastkaj. Inuti skjulet finnes å båda sidor en låg bänk. med en rullbana, hvarpå virket automatiskt framföres för att justeras. Under

FIG. 335.

hvardera af dessa rullbanor befinner sig en sågklinga, som drifves genom remutvexling från motorn, och då plankan kommit tillräckligt långt fram, afskäres hon af klingan, hvilken höjes genom en enkel mekanism. Sedan plankan sålunda justerats i båda ändar, fortsätter den sin rörelse långs rullbanan ned i lastprämen och efterträdes af en annan planka o. s. v. Naturligtvis blifver motorernas belastning under sådana förhållanden mycket ojämn. Regleringen är således här af stor vigt. Den sker genom att såväl motorerna som generatorn äro shunt--dynamos. Oaktadt belastningen och således strömstyrkan är mycket föränderlig, blifver till följd af denna anordning hastig-itieten hos hvarje motor nära konstant och oberoende så väl af "dennes egen som de öfriga motorernas belastning.

En annan ännu mer betydande anläggning med Wenströms maskiner finnes vid Köpings mekaniska verkstad. Denna fabrik, åivilken såsom bekant vunnit stort anseende genom sina verktygsmaskiner, upptager flera lokaler å ömse sidor om en lifligt

trafikerad gata. Förut ha därstädes flera ångmaskiner användts, men nu mera begagnas såsom kraftkälla en enda större^ ångmaskin, från hvilken fördelningen sker medelst elektricitet. Dessutom förser samma elektriska anläggning fabriken med ljus. I ett särskildt hus inrymmas ångpanna, ångmaskin och två dynamo-maskiner, hvilka vid 525 hvarf i minuten lemna, 110 volt och 270 ampere, således hvardera motsvarande omkring 40 elektriska hästkrafter. De båda dynamos drifvas medelst remmar af ångmaskinen, hvars effekt är vid pass 90 hästkrafter. Hvardera dynamon har sin oberoende ledning till instrument-taflan, där de båda strömmarne kombineras och sedermera fördelas. För belysningen användes treledare-systemet med 107 volts glödlampor, under det att motorerna äro kopplade till de båda yttre ledningarna och drifvas med 220 volt.. Härigenom vinnes den fördel, att ojämnheten i motorns belastning samtidigt inverkar på båda generatormaskinerna, så att den är mindre störande för belysningen. De fem motorerna, äro shunt-dynamos och af följande storlek:

1 för 90 ampere, 550 hvarf, 25 h.-k.

2 » 60 » 600 » 16 » l » 40 » 650 » 11 » l « 10 » 800 » 2,7 »

För .reglering finnas två automatiska spänningsregulatorer,, hvilka utjämna de små vexlingar i potential, som förändringen i motorernas belastning eljest skulle föranleda.

298. Beräkning af en anläggning för öfverförande af mekaniskt arbete medelst likriktad ström. - Antag, att strömmen alstras med en dynamo-maskin A, hvars elektromotoriska kraft är E volt, och ledes genom en dubbel ledning med motståndet m ohm och totala längden 2 L meter till en motor J5, i hvilken en elektromotorisk kraft e volt uppstår. Strömstyrkan i ledningen är J ampere. Motståndet i A och B är summan H -f r ohm af induktorns och elektromagneterna» motstånd, om maskinerna äro serie-dynamos, men kan, om de^ äro shunt-dynamos, sättas under formen

om JRj, ri beteckna induktorns och _R2, r2 elektromomagnet-shuntens motstånd, hvarvid vi antaga den sistnämnda mycket stor vid sidan af H± och r1. Den elektriska energi A frambringar är då, åtminstone approximativt, EJ watt. Om H är deit i hästkrafter uttryckta energi, som håller A i rörelse, har mam

"=£.736#,BERÄKNING AF EX ANLÄGGNING. 585

där k är en koefficient, som är något mindre än 1. En del af den elektriska energien, nämligen J*R watt, åtgår för uppvärmning af A, en annan del J*m för ledningens uppvärmning. Till motorn S kommer den elektriska energien

EJ-J*(R + m) watt.

Häraf förvandlas J2r watt till värme, så att I? upptager energien eJ==EJ-J*(E + m + r) watt. Man har således

e = E - J(E + m + r).

Den mekaniska energi, som motorns axel meddelas, kan uttryckas genom

k'e J

h = -- hästkrafter. 736

Den mekaniska verkningsgraden är i följd häraf

-f m + r)\ E /"

Detta är dock under förutsättning, att icke någon nämnvärd förlust af elektricitet eger rum under ledningen från A till R

Man ser af det funna uttrycket för verkningsgraden, att denna är så mycket större för samma hästkraft, ju större den elektromotoriska kraften E är.

För beräkning af den tvärskärning ledningen mellan A och S lämpligast bör erhålla, kan man begagna den metod, vi i § 255 i fråga om belysningsledningar meddelat.

Ex. Vi antaga, att vid ett vattenfall en effekt af 50 hästkrafter upptages af en tnrbin och meddelas en dynamo-

maskin, hvilken därvid lemnar 1,800 volt. Om koefficienten k kan sättas 0,93, blifver T 0,93- 736 -U) 1Q

J==-i^öo--19amPere-

Denna ström skall ledas genom en dubbel koppartråd till den på L = 7,& kilometers afstånd varande motorn, hvilken bör vara i verksamhet 2,000 timmar under året. Drifkraften kostnad per watt-timme antaga vi vara 0,0 O a öre samt den del af ledningens kostnad per meter, som är proportionel mot tvärskärningsarean a qv.-mm. till Na, där N antages till 2,5 öre. Slutligen, förutsattes, att ränta och amortering är 10 proc. Då är

t* -m "I /S'2000-0,009 01 a = 10-19 - y 26.10 = '7 ^."mm'

Beräknade man däremot som vanligt 2 ampere per qv.-mm., skulle man endast behöfva 19 : 2 = 9,5 qv.-mm. tvärskärning. Väljer man t. ex. koppar-råd af 12 qv.-mm. tvärskärning, blifver hela liniens motstånd l 15000 .586

FIG. 336.

Vore R = 3,4 och r = 2,9 ohm, hade man

e = 1800 - 19(3,4 + 22,7 4 2,9) =1249 volt. Den öfverförda energien är i så fall och om l' antages till 0,91,' 7 0,91-1249-19 OQ . . h = -"-736- = 29'34 h"k" motsvarande en mekanisk verkningsgrad af nära 59 proc.

399. Motorer för vexelström. - Det är först för några få år sedan man lyckats att lösa det svåra problemet att konstruera praktiskt användbara elektriska motorer för vexelström. Man försökte först att härför använda dynamo-elektriska

maskiner, afsedda att alstra vexelström eller likriktad ström. Sålunda försöktes vanliga vexelström-maskiner, t. ex. Meritens magnetoelektriska maskin, som vid fyrar begagnas. Två sådana maskiner bragtes i elektrisk förbindelse med hvarandra och sattes genom rem-utvexling i rörelse, båda med den hastighet de böra ega, hvarefter den enas rem afkastades. Denna maskin verkade då såsom motor och kunde belastas till en viss gräns, då hastigheten väsentligt förminskats och strömfaserna icke längre Öfverensstämde. Motorn stannade då snart. Verkningsgraden är här ganska liten. - Men flere dynamo-elektriska motorer för konstant ström kunna äfven verka för vexelström, så framt deras elektromagneters poler lätt kunna omkastas, hvilket förutsätter, att de ega liten själfinduktionskoefficient. Ty i detta fall omkastas strömriktningen samtidigt uti induktorn och elektromagneterna, så att kraften åstadkommer rotation i ständigt samma riktning. Yer-kan är då analog med den, som vid elektro-dynamometern eger rum. Så t. ex. vid en Siemens dynamo-maskin, hvars elektromagneter ega mjuka och föga massiva järnkärnor.

Dessa anordningar voro de enda för ifrågavarande ändamål afsedda, hvilka för några år sedan voro kända, och man ansåg då, att motorer för vexelström icke voro af praktiskt värde. Men nyligen äro flera uppfinningar gjorda, hvilka visa, att mo-

torer för vexelström kunna konstrueras med lika hög verkningsgrad som motorer för likriktad ström. Man har också börjat använda dem vid centralstationer, där vexelström alstras, äfvensom för arbetsöfverföring. Vi skola i korthet redogöra för några af dem.

Zipernowskys motor (fig. 336) liknar samme uppfinnares vexelström-maskin (se § 179), hvilken också alstrar den ström, hvarmed motorn drifves. Denna ström får först genomgå den primära ledningen till en transformator, så afpassad, att man erhåller .en sekundär ström af lämplig styrka, hvilken sedermera sändes genom motorns induktor. Men dessförinnan rättvändes den medelst en kom-mutator. Denna är anbragt på samma axel som det roterande elektromag-nethjulet och eger lika många från hvarandra isolerade sektorer som detta har trådlindningar, t. ex. sex. Ena änden af dessa står i förbindelse med hvarannan och andra änden med hvarannan af sektorerna. I stället för -enkla borstar gör man bruk af dubbla på sätt fig. 336 antyder. De äro fästa vid ändarne A

och B och

bilda sinsemellan en vinkel, som är vid pass en tredjedel af en segmentsvinkel. Härigenom kommer elektromagnetlindningen »att kortslutas något förr än strömomkastningen eger rum, och man undviker sålunda den starka gnistbildningen, Vid igångsättningen får dock en borste i hvartdera paret upplyftas. - Försök, gjorda med en sådan motor, ha visat, att man vid 5,000 perioder i minuten kan erhålla en mekanisk verkningsgrad mellan 82 och 88 proc., då en effekt af 15 till 35 hästkrafter utvecklas.

Teslas nya motor framställes schematiskt af fig. 337. Den har fyra elektromagneter B, B, C, C, förenade med en ring A. Kring järnkärnorna till C, C äro upplindade primära trådspi-

FlG, 337.

raler D, D, hvilka sättas i samband med vexelströmsgeneratorn O. Kring samma järnkärnor äro jämväl de sekundära trådspiralerna jP, F lindade, och dessa äro förenade med trådspiralerna E, E, som äro anbragta på järnkärnorna till jB, B. Härigenom inverkar vexelströmmen direkt på ett par af poler och genom den inducerade strömmen på det andra paret, men de primära och sekundära strömmarne ega en fas-skilnad,, hvarigenom uppstår en ständig vexling af de punkter i fältet, där maximi-intensiteten är till finnandes. Sålunda erhålles ett roterande magnetiskt fält, och genom dettas inverkan på den mellan de fyra polerna anbragta truminduktorn, kommer denna att rotera. Strömmarne i såväl de primära som sekundära spiralerna blifva efter den verksamma elektromotoriska, kraften, och för att försäkra en passande fas-skilnad mellan själfva dessa strömmar, ökas motståndet i den sekundära ledningen, hvaremot dess Själfinduktion förminskas. För den skull begagnas till den sekundära ledningen och särskildt hos spiralerna E, E trådar af liten diameter och blott ett ringa antal hvarf eller ock användes nysilfver- eller järntråd därför. På så sätt förminskas fas-skilnaden mellan den verksamma elektromotoriska kraften och strömmen i den primära ledningen, hvaremot fas-skilnaden mellan de primära och sekundära strömmarne förstoras. Elektromagneternas järnkärna och pols ty eken samt induktorns järnkärna äro hopsatta af bleck för att hindra uppkomsten af foucaultska strömmar. - Denna motor kan anses utgöra en förbättring af andra på samma princip grundade elektromotorer, hvilka Tesla förut uppfunnit. De utmärka sig alla genom att kollektor eller kommutator ej erfordras, så att någon gnistbildning ej uppkommer.

Bradleys motor är mycket egendomlig. Vid densamma tillgodogöras de foucaultska strömmarne, hvilka koncentreras och gifvas en sådan riktning, att de kunna underhålla elektromagneterna. Dessa äro hopsatta af omvexlande koppar- och järnstänger med kopparhufvuden samt omlindade med järntråd. Kopparstängerna med kopparhufvudena bilda ledningar med ringa motstånd, i hvilka de foucaultska strömmarne framgå. Induktorn är ringformig med sluten ledning, hvilken vid fyra punkter på lika afstånd sins emellan äro förenade med hvar sin ring på axeln. Genom borstar sättas ringarne i förbindelse med två oberoende ledningar, hvarigenom vexelströmmar införas, hvilkas fas-skilnad är en fjärdedels period. Härigenom bringas induktorn i rotation, hvarjämte dennas poler rotera motsvarande generatorns hastighet. Tillika induceras poler hos den omslutande elektromagnetens järnstänger. På detta sätt erhålles hos järnet stark magnetism, utan att härför någon direkt ström tages från induktorn.

3OO. Öfverföring af mekaniskt arbete medelst Texelström. - Bland de försök, som blifvit gjorda för att med tillhjälp af vexelström Öfverföra arbete, anföra vi såsom exempel en af Westinghouse-bolaget i Norra Amerika härrörande betydande anläggning vid Telluride i Colorado. Vid en grufva därstädes begagnas för drifvande af åtskilliga arbetsmaskiner ett på 16 km. afstånd varande vattenfall, hvilket sätter en turbin i rörelse. Generatorn roterar med 833 hvarf i minuten. Den alstrade vexelströmmen föres genom en blank kopparledning på stolpar uti en bergig och ödslig samt af åskväder ofta hemsökt trakt. Motorn, som är beräknad för 100

FIG. 338.

hästkrafter, får 3,000 volt i spänning. Fig. 338 lemnar begrepp om anordningen i sin helhet. G är generatorn, T, t transformatorer, C en kompensator, V voltmeter, A, a ampéremetrar, E regulator för generatorns elektromagnet, i, L glödlampor, i, i afbrytare, M motorn, r regulator för dess elektromagnet, m en liten motor för

igångsättningen. Generatorn G och motorn M äro temligen nära lika hvarandra. Elektromagneterna utgöras af en gjutjärnsring med tolf radiela framsprang af järnplåt, hvarpå trådspolar äro anbragta. Induktorn, som roterar inuti ringen, är sammansatt af hoplagda tunna järnblecksskifvor, liknande kugghjul, men hvars tänder ha T-form. Omkring dessa äro trådspolar upplindade, hvarvid två närgränsande åtskiljas med en träkil. Generatorns elektromagnet har två afdelningar. Till den ena lemnas strömmen af en särskild

dynamo, och till den andra från induktorn, sedan den blifvit likriktad. Härigenom höjes den elektromotoriska kraften i samma mån som den af maskinen fordrade strömmen ökas, kompenserande förlusten i ledningen och lemnande åt motorn en konstant spänning. Vid motorn kommer elektromagnet-strömmen icke från en särskild maskin utan från trådspolar, anbragta parallelt med dem på induktorns tänder, naturligtvis sedan äfven den blifvit likriktad. Af särskildt intresse är den anordning, hvarmed igångsättningen sker. Det bör härvid först anmärkas, att när en vexelström-maskin verkar såsom motor under inverkan af en därför lämplig ström utvecklas ett periodiskt föränderligt kraftpar, hvarigenom en följd döda punkter uppstå under ett hvarf. Under en följd af lägen sträfvar den periodiska strömmens reaktion på det magnetiska fältet att påskynda rotationen, men under en annan följd af lägen har reaktionen en motsatt verkan. De elektromotoriska krafter, som alstras hos generator och motor, uppstå samtidigt ehuru i motsatta riktningar. Går motorn utan belastning, är strömmen just tillräcklig för de passiva motståndens öfvervinnande. Men då motorn är belastad, kommer dess induktor något efter, och dess elektromotoriska kraft blifver icke längre alldeles motsatt generatorns. Detta föranleder en tillväxt i strömmen, hvilken motsätter sig ytterligare förändring i läget hos motorns induktor. Synkronismen är då uppnådd. Men synkroniska motorer behöfva för att komma i gång en viss impuls. Här meddelas denna genom den lilla motorn m efter Teslas system. Denna antager snart sin normala hastighet och har då tillräcklig kraft för att sätta den stora motorn M i rörelse med den behöfliga hastigheten medelst en remutvexling. Motorn M går då något fortare än generatorn, men båda maskinerna erhålla nära samma hastighet efter frånkoppling af m. Glödlamporna tjäna till att angifva det rätta ögonblicket for den stora motorns inkoppling.

3O1. Flerfas-dynamos och motorer. - De af Tesla

och Bradley uppfunna motorer för vexelström utgöra Öfvergången till en ny metod för öfverföring af mekaniskt arbete genom elektricitet, hvilken vid elektricitetsutställningen i Frankfurt a. M. år 1891 erhöll sin första betydande tillämpning och som lofvar att för framtiden blifva af stor vigt, enär därigenom möjliggöres Öfverföring af stora arbetsmängder på många mils afstånd. Metoden, till hvilken den italienske fysikern Ferraris år 1888 lemnat den teoretiska grundvalen, beror på användandet af två, tre eller ännu flera vexelströmmar, hvilkas faser äro förskjutna i afseende å hvarandra. De alstras i en dynamo-maskin, hvarifrån de utgå i två eller tre ledningar, och ingå i motorn, i hvilken de meddela åt det magnetiska fältets kraft-

linier en roterande rörelse, såsom vi redan funnit i fråga om Teslas motor. Det är denna egenskap som föranledt, att man benämner en dylik kombination af strömmar för en "vridström" (Drehstrom). Denna är således icke något särskildt slag af elektrisk ström, utan endast en samverkan af vanliga vexel-

FIG. 339.

FIG. 340.

strömmar. De elektromotoriska krafterna ega icke sina maximi-och minimivärden samtidigt i dessa vexelströmmar utan i en

FIG. 341.

FIG. 342.

viss följd. En vanlig magneto- eller dynamo-maskin, t. ex. Grammes, kan lätt förändras så, att den alstrar dylika

flerfas-strömmar. Betraktar man det sätt, hvarpå strömmarne uppstå i en sådan maskin (jämför § 131), finner man nämligen att i hvarje spole induceras en ström, hvilken, om spolen icke vore förenad med kollektorn utan sluten inom sig själf, skulle vara en vexelström. Två diametralt motsatta spolar skulle lemna vexelströmmar

ined samma fas. Man skulle kunna afleda dem, om man satte trådändarne i förbindelse med kontaktringar på maskinaxeln och därifrån förde strömmarne till de yttre ledningarna. Gör man bruk af fyra spolar på 90° afstånd sins emellan, skulle man erhålla strömmar med 90° fas-skilnad, hvilka kunde afledas med tre trådar på sätt fig. 339 schematiskt antyder. Använder man tre eller sex spolar, anbragta på 120° eller 60° afstånd, kan man äfven verkställa afledningen med tre trådar, såsom iig. 340 och 341 schematiskt framställa. Föras dessa strömmar till en flerfas-motor, sättes dennas induktor i rotation, och man erhåller sålunda öfverföring af mekaniskt arbete. Fig. 342 visar schematiskt, huru en sådan motor kan vara beskaffad. Den har tre eller sex spolar, anbragta på järnkärnor, samt inuti en järncylinder. Om de tre från generatorn kommande trådarne J, II och III förenas med spolarne på så sätt, att två af dem, I och II, kopplas parallelt och i följd med den tredje III, uppstår under ett ögonblick vid a en nordpol samt vid b och c sydpoler vid järnkärnornas ändar. I järncylindern induceras vid motstående ställen poler med motsatt magnetism. Men enär de till spolarne kommande strömmarne ständigt vexla styrka och riktning, måste äfven en motsvarande polvexling hos järncylindern ega rum. Detta sker alltid i samma riktning, t. ex. a . . c . . fe. Järncylindern kommer äfven att vrida sig i samma riktning. Om polvexlingen sker åt motsatt håll, omkastas äfven cylinderns rotationsriktning. Vill man leda de elektriska strömmarne långa sträckor, kan man först medelst transformatorer gifva dem hög potential och sedermera sänka denna.

Elera konstruktioner af trefas-dynamos och motorer äro nära samtidigt patenterade i olika länder. Sålunda har Öfveringeniören hos Allgemeine Elektr. Gresellschaft i Berlin Dolivo-Dobrowolsky år 1889 i Tyskland erhållit dylikt patent. I Sverige har Jonas Wenström år 1890 tilldelats ett patent, hvilket omfattar "anordning för omsättning och spridning af arbete genom användning af tre vexelströmmar af samma vexeltal och med en inbördes fas-skilnad af en tredjedels vexelperiod", bestående antingen af vexelström-maskiner, som hopkopplats med axlarne, eller med tre induktorer på en axel, eller med tre spolar på en induktor, äfvensom af transformatorer och kom-mutatorer for de sålunda alstrade strömrnarnes omsättning samt motorer för deras tillgodogörande.*)

Vi skola nu taga i betraktande de förnämsta försök, som hittills blifvit gjorda öfver treias-systemet.

*) Se vidare: Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, N:o 3,093.

FIG. 343.

FIG. 344.

3O2. Arbetsöfverföringen genom trefas-systemet Iran Lauffen till Frankfurt a. M. - Vid elektricitets-utställningen i nämnda stad år 1891 anordnades tillika arbetsöfverföring från cementverket i Lauffen till utställningen, ett afstånd icke mindre än 175 kilometer. Vid Lauffen finnes ett betydande vattenfall, och en af de <lär varande turbinerna för 300 hästkrafter vid 38 hvarf i minuten ställdes till förfogande vid försöket. Genom en konisk hjulut-vexling drefs härmed en 300 h.-k:s dynamo-maskin, efter trefas-systemet, men dennes elektromagneter försågos med ström af en likströms-dynamo, hvilken drogs af en särskild turbin. Trefas-dynamons tre särskilda vexelströmmar hade hvardera 50 volt spänning och 1,400 ampere strömstyrka, så att den kunde utveckla en effekt af omkring 200,000 watt. Ledningarna gingo först till en instrument-tafla, hvilken såsom vanligt var försedd med volt- och ampere-metrar, säkerhetsstycken, strömbrytare o. s. v. Härifrån fördes strömmarne till en transformator, där den erhöll hög spänning, ända till 27,000 volt, men svagare styrka. Po re transformatorn användes tre grofva kablar af 27 mm., men därifrån utgjordes ledningarna af tre blanka koppartrådar med 4 mm. diameter. Dessa trådar voro anbragta ungefär på samma sätt som telegraftrådar på stolpar af 8 m. höjd och på 60 m. afstånd sinsemellan. Hela antalet stolpar utgjorde Tid pass 3,000. Fig. 343 visar stolparna jämte

oljeisolatorerna, hvarpå trådarne anbragtes. I Frankfurt a. M. fördes trådarne

Elektriciteten.

till tre transformatorer. Vid en af dessa nedsattes spänningen-till c:a 100 volt och begagnades denna del af den transformerade strömmen för att underhålla l,000glöd-lampor, hvilka togo-vid pass 100 hästkrafter i anspråk. Be båda andra strömmarne genomgingo-hvar sin transformator och nedsattes äfven till 100 volt samt användes dels för att drifva en stor trefasmotor, dels för några smärre motorer. - Beträffande detaljerna till denna storartade anläggning må anföras följande: *)

Den vid Oerlikon tillverkade af Brown konstruerade generatorn lemnade vexelströmmar med 120° fasskilnad. Induktorn

FIG. 346.

är stillastående och omslutande den roterande elektromagneter (se fig. 344). Den utgöres af en mjuk järnring, hvilken i 9(> borrade hål upptager de med asbest isolerade kopparstängerna

*) Vi lägga delvis till grund för denna detaljbeskrifning en reseberättelse af ingeniör F. A. Heilborn.

FIG. 345.ARBETSÖFVERFÖRING GENOM TREFAS-SYSTEMET.

FIG. 347.

med 29 mm. diameter. Hvar tredje af dessa äro anbragta i följd, så att de tillsammans utgöra tre kontinuerliga ledare hvilka vid ena änden äro sins emellan förenade och vid andra änden stå i förbindelse med maskinens tre polskrufvar. Induktor-ledningen blifver sålunda fördelad i tre lika stora afdelningar. Magnetiseringsströmmen, som lemnas af en särskild likströms-dynamo, föres till två på axeln anbragta rullar medelst två rörliga ändlösa ledningssnören. Blott en enda elek-tromagnetspole användes. På sätt fig. 345 antyder finnas 32 i hvarandra ingripande polstycken, af hvilka två närliggande ega motsatt polaritet. Härigenom blifver såväl konstruktionen enkel som ett ovanligt ringa magnetiseringsarbete och blott ringa vigt koppartråd tagas i anspråk. Maskinen beskrifver 150 hvarf i minuten och lemnar 40 strömvexlingar per sekund.

Den stora motorn för 100 hästkrafter vid 600 hvarf, som är utförd af Allgem. Elektricitäts-Gresell-schaft i Berlin, har roterande induktor och orörlig elektromagnet. Eig. 346 visar dess anordning. Maskinen utgöres hufvudsakligen af en fastående yttre och en roterande inre del, hvilken utgör induktorn och hvartill strömmen föres. Båda äro hopsatta af ringformiga järnblecksskifvor, isolerade sinsemellan med papper, och genom hvilka kopparstängerna, som utgöra ledningen, föras. Antalet stänger i deu yttre delen utgör 138 med 10 mm. diameter samt i den inre delen 80 med 20 mm. diameter. Den yttre delen, hvars diameter är 700 mm., omslutes af ett gjutjärnsgaller.

Transformatorerna äro afsedda för 100,000 watt hvardera. Eig. 347 visar anordningen hos en af dem. Här finnas tre järnkärnor af tunt bleck, hvilka upptill och nedtill äro magnetiskt förenade med järnringar. Närmast kärnorna äro de för låg spänning och ytterst de för hög spänning afsedda trådlind-

mngarna anbragta. Transformatorerna äro nedsänkta i järnkärl, som äro fylda med olja. För att aflägsna all fuktighet äro spolarne och isoleringsmedlen förut hvar för sig behandlade med het olja. I Lauffen var omsättningskoefficienten l: 160 och i Frankfurt l: 123.

Fig. 348, I och II visar schematiskt, huru ledningen är anordnad. G betecknar generatorn, Mi och Me motorns induktor och elektromagnet, T^ och Tz primära och sekundära

FIG. 348.

ledningarna till transformatorerna, v voltmetrar, a ampéremetrar, s säkerhetsstycken, J jordledning, V vätskemotstånd samt L ljusledningen.

Denna epokgörande anläggning har varit föremål för omfattande och noggranna undersökningar af H. Weber m. fl., hvarvid en spänning af vanligtvis 15,000 volt användes. Det visade sig härvid, att en mekanisk verkningsgrad af ända till 75,3 proc. kunde uppnås, hvarvid turbinen lemnade 151,7 och den sista transformatorn 120,2 hästkrafter. Den största öfverförda effekten var 152,4 h.-k., då turbinen lemnade 197,4 h.-k. Generatorns högsta verkningsgrad var 93,5 proc., den ^första transformatorns 96, i och den sista 95,7 proc.ELEKTRISKA JÄRNBANOR. 597

Det gynsamma resultat, som Lauffen-Frankfurt-försöket lemnat, har föranledt, att man flerestädes planlagt arbetsöfverföring-efter trefas-systemet. En dyKk anläggning har redan kommit till stånd mellan Lauffen och Heilbronn på ett afstånd af vid pass en mil. En turbin drifver en dynamo i Lauffen, hvarmed man erhåller 4,000 ampere med 50 volt vid 150 hvarf i minuten och 40 hela perioder i sekunden. Medelst transformator förhöjes spänningen till 5,000 volt. Strömmarne föras genom tre blanka koppartrådar på stänger af 11 till 15 m. höjd. På dessa anbragta oljeisolatorer uppbära trådarne. Ledningarna sluta i närheten af Heilbronn i ett litet hus, och med transformatorer nedsattes spänningen från 5,000 till 1,500 volt. Härifrån föra tredubbla koncentriska kablar till de ställen, där de sista transformatorerna finnas, med hvilka spänningen slutligen nedbringas till 100 volt. Elektriciteten användes dels tör glödlampor och dels för motorer.

3O&. Elektriska järnbanor. - En synnerligt vigtigr tillämpning af det mekaniska arbetets öfverförande med elektricitet är att med dennas tillhjälp framdrifva bantåg, i stället för att såsom vanligt använda ånga för detta ändamål. Vid industriutställningen i Berlin år 1879 hade firman Siemens & Halske uppbygt den första järnbanan af detta slag. Dess inrättning var följande: Banan var smalspårig och bildade CD sluten kurva. I dess midt fanns en tredje, isolerad, skena, bestående af ett på kant stående plattjärn. Det elektriska lokomotivet innehöll en dynamo-elektrisk maskin af v. Hefner-Altenecks system, hvilken drefs af en dylik maskin, stående i maskinhuset och som sattes i verksamhet af en ångmaskin. Den sistnämnda dynamo-elektriska maskinen stod med den ena polen? i förbindelse med mellanskenan; dess andra pol förenades med de yttre skenorna. Till följd häraf uppkom en elektrisk potentialskilnad mellan den innersta och de båda yttre skenorna. Lokomotivets dynamo-maskin upptog strömmen dels genom* hjulen, som berörde de yttre skenorna, och dels genom fjädrar eller rullar, som berörde den innersta eller mellenskenan. Strömmen satte denna dynamo-maskin i verksamhet, och genom en därifrån gående utvexling kringvredos hjulen, så att lokomotivet jämte de tre därmed förenade person vagnarne, med 18 till 24 personer hölls i gång. Den vid pass 300 m. långa banan genomfors på l till 2 minuter.

Sedan dess hafva enligt olika system flera hundrade elektriska järnbanor, dels tillfälliga, dels permanenta blifvit utförda, hvarjämte andra äro föreslagna. De olika system, sona man, härvid lagt till grund, äro hufvudsakligen följande:598 ELEKTRISKA JÄRNBANOR.

1. Elektriciteten föres från en i ett maskinhus varande dynamo-maskin genom en isolerad skena, belägen mellan de båda andra skenorna till lokomotivet, på hvilket en andra sådan maskin befinner sig, och strömmen återvänder genom de sistnämnda skenorna. Denna anordning är begagnad vid flera små utställningsbanor, såsom i Berlin 1879, Bruxelles 1880, Erankfurt am Main 1881 m. fl., men äfven vid några permanenta banor.

2. Anordningen är sådan som den nu omnämnda, men elektriciteten föres genom den ena skenan från maskinhuset till lokomotivet och tillbaka genom den andra skenan, så att en mellanskena är obehöflig. Det är efter detta system som den permanenta elektriska järnbanan vid Lichterfelde nära Berlin är inrättad.

3. Elektriciteten föres från maskinhuset till lokomotivet genom en isolerad ledning, anbragt på stolpar vid sidan och öfver järnbanan, antingen så, att den går tillbaka genom en dylik ledning eller ock så, att strömmen återföres genom skenorna. De flesta elektriska järnbanor äro utförda efter detta system, hvilket för öfrigt på flera olika sätt är tillämpadt.

4. De isolerade ledningarna anbringas under banan, hvarvid strömmen kan återföras genom skenorna eller gå

tillbaka genom särskilda ledningar. Äfven efter detta system äro flera elektriska banor bygda, bland hvilka särskildt må nämnas Budapest-banan.

5. Elektriciteten för drifvande af lokomotivets motor erhålles af accumulatorer, medföljande bantåget. Denna anordning är mångenstädes försökt, men användes blott på få ställen definitivt till följd af de svårigheter accumulatorerna förorsaka.

3O4. Den elektriska järnbanan vid Lichterfelde.

- Eör att visa, huru man anordnar de elektriska järnbanorna skola vi beskrifva några af de redan utförda anläggningarna af detta slag, och vi börja med den permanenta banan mellan stationen Lichterfelde på Anhalter-banan och kadett-anstalten i Lichterfelde. Längden af denna bana är 2,45 kilometer. Den brantaste stigning, som förekommer på densamma, är l: 100. Spårvidden är l meter. Skenorna äro af vanlig form och hvila såsom vanligt på tvärstycken af trä, som i sin ordning hvila på en grusbädd, hvilken dock icke berör skenorna. Någon annan åtgärd för dessas isolering från jorden är icke vidtagen, oaktadt de användas för strömmens ledning. Men för att försäkra denna från skena till skena begagnas, förutom den eljest brukliga föreningen mellan ändarne, vid dessa fastnitade elastiska metallremsor under skenornas fot. Den för elektricitetens alstrande använda maskinen är anbragt i ett maskinhus

.vi d sidan af järnbanan omkring 500 meter från stationen Lichter-felde, och den utgöres af två compounddynamos, hvilka genom *en ångmaskin sättas i rörelse och beskrifva 750 hvarf i minuten. Ångmaskinen är ett 45 h.-k:s lokomobil. Den elektriska strömmen föres genom en kort ledningskabel till skenorna. Den elektriska vagnen, som på samma gång utgör lokomotiv och passagerarevsgn, är afbildad i fig. 349 och 350 i ^ af verkliga storleken. Dess utseende öfverensstämmer temligen nära med en vanlig spårvagns, liknande de små sådana vagnar, hvilka i Stockholm begagnas, men anstalt är vidtagen för att kunna hopkoppla två eller flera vagnar med hvarandra.

FIG. 349.

Motorn utgöres af en dynamo-elektrisk maskin af v. Hefner-Altenecks konstruktion, just sådan den i fig. 127, p. 225 är afbildad. Såsom fig. 349 visar, anbringas den mellan hjulen vid vagnens nedre del. Från den dynamo-elektriska maskinens axel öfverföres kraften till de båda hjulaxlarne med tillhjälp af ståltrådslinor, bildade af tätt till hvarandra liggande -spiraler; 12 sådana linor finnas bredvid hvarandra och löpa öfver trissor, försedda med spår för deras upptagande. Hjulen ;äro isolerade från sina axlar, hvilket är nödvändigt, när strömmen skall gå genom båda skenorna i motsatta riktningar. Ledningen mellan skenorna och motorn förmedlas genom hjulen samt i ledande förbindelse med dessa varande fjädrar, hvilka äro fästa vid vagnsställningen och glida mot ringar, anbragta

FIQ. 350.

på hjulaxeln, men isolerade därifrån. Genom dem föres strömmen till maskinen. Med en särskild kommutator omkastar strömmen, när vagnen skall gå i motsatt riktning. Dessutom kan man under farten reglera hastigheten mellan vissa gränser. Den i koncessionen bestämda hastigheten är omkring 20 kilometer per timme, men den kan i horisontala och rätliniga bansträckor uppgå ända till 35 å 40 kilometer vid en total vigt af vagn och last af 4,800 kilogram. Motorn väger vid pass 500 kilogram och den kan utveckla 5-J hästkrafter.

De försök, som man anstalt vid denna järnbana, hafva visat, att vagnen, öfverlemnad åt sig själf, men under inflytande af

den elektriska strömmen, i en horisontal bansträcka med aftagande dragkraft erhåller en ökad hastig*-het, till dess skilnaden mellan den rörelsen alstrande strömmen och. den i den vagnen tillhörande maskinen uppkommande, motsatt riktade strömmen, blifver konstant. I en stigning blifver med växande dragkraft dess rörelse långsammare, till dess den motsatta strömmen har försvagats så mycket, att hastigbeten blifver

oförändrad. I en sluttning, där tyngdkraften* ökar vagnens hastighet och således äfven den vagnen åtföljande maskinens elektromotoriska kraft,, växer den motsatta strömmen, hvarigenom nämnda maskin verkar såsom en broms, modererande hastigheten. - Por öfrigt bör anmärkas, att det är ganska lätt att

bringa en elektrisk vagn i gång, enär strömmen är starkast, innan motorn kommit i rörelse.

Den vid Lichterfelde-banan använda metoden att föra den elektriska strömmen genom de båda skenorna är visserligen synnerligen enkel, men den förorsakar såsom den här användes-en ganska stor förlust af elektricitet, minst 10 ampere vid torr väderlek och stundom ända till 52 ampere vid regnväder, hvarvid strömstyrkan varierar mellan 75 och 120 ampere med en normal spänning af 165 volt. Någon särskild åtgärd är nämligen icke vidtagen för skenornas isolering i annan mån än att de i allmänhet endast beröra träunderlagen, men endast undantagsvis grusbädden. I fuktig väderlek uppstår en ledning mellaa skenorna. Emellertid visar det sig, att banan i alla fall kam

med säkerhet arbeta. Skulle en längre bana på så sätt an ordnas, finge man dock begagna isoleringsmedel, såsom asfalt, glas etc. mellan träet och skenan, hvilken dessutom borde efter hela sin utsträckning uppbäras af långbjäikar. På så sätt kunde man gå till väga vid pelarebanor, som drefvos med elektricitet.

Banan i Lichterfelde har varit i regelbunden verksamhet sedan den 16 maj 1881. Den 4 jan. 1882 anstäldes därstädes ett intressant försök, nämligen att samtidigt befara banan med två vagnar. Genom användande af en dubbelt så stor kraft, som när en vagn var i gång, kunde båda vagnarne samtidigt befara skenorna, tillhopa eller hvar för sig, i motsatta eller lika riktningar, utan att någon oregelbundenhet i rörelsen egde rum. Detta försök, det första i sitt slag, är af stor vigt, enär det fullständigt ådagalägger möjligheten att befara en elektrisk järnbana med mer än en vagn på en gång, hvilket väsentligt förökar hennes användbarhet.

Lichterfelde-banan förlängdes 1890 med en 1,6 km. lång sträcka, hvilken följer en allmän väg. Skenorna äro därför försänkta och strömtillförseln sker genom ledning öfver jord och återledningen genom båda skenorna. Man använder såsom led-ning två koppartrådar af tillsammans omkring 70 qv.-mm. tvärskärning, anbragta på tvärstolpar medelst isolatorer, men därjämte en kontakttråd af förtent ståltråd med 5 mm. diameter. Denna ståltråd är satt i ledande förbindelse med koppartrådarne. Vagnarne äro försedda med kontaktstycken af stålrör, hvilka medelst fjädrar hållas tryckta mot kontakttråden.

805. Den elektriska spårvägen i Paris m. fl. banor.

- Till elektricitetsutställningen i Paris år 1881 bygdes en liten järnbana från Place de la Concorde till industripalatset, i hvilket utställningen var anordnad. Denna bana är af intresse såsom varande det första försöket att anordna elektriska järnvägar med öfver vagnen anbragt ledning. Den 493 meter långa banan utgjorde en vanlig spårväg i samma

FIG. 351.602

nivå som marken och med skarpa krökningar, nämligen en med 30 och en med 27 meters radie, samt med stigningar, som på ett ställe Öfverskredo l: 50. Enär skenorna icke fingo höjas öfver marken, var det icke möjligt att begagna dem för ledningen, såsom vid Lichterfelde-banan, utan det var nödvändigt att föra strömmen genom en särskild ledning från generatorn till den vagnen åtföljande motorn. Man ersatte därför ledningen genom en skena med en på stolpar bredvid banan fast ledning samt en på denna löpande liten vagn med trissa, hvil-

ken genom ett snöre framdrogs af den stora vagnen, med hvars maskin den genom en ledningstråd var förenad. Till en början begagnade man sig af skenorna för att genom dem föra strömmen tillbaka till generatorn. Fig. 351 antyder denna anordning. Men den måste modifieras, enär vägsmutsen häftade vid vagnshjulen och bildade ett isolerande öfverdrag kring dessa, förhindrande strömmens öfvergång till skenorna. I stället gjorde man bruk af två ledningar, anbragta nära hvarandra på samma stolpar, och de stodo båda i förbindelse med vagnens dynamo-

elektriska maskin på nyss anfördt sätt. Båda ledningarna utgjordes af messingsrör med 22 mm. diameter, nedtill uppskurna efter hela längden genom en skåra af l cm. bredd. Deras höjd

FIG. 353.

öfver marken var omkring 3 meter. De uppburos med en träribba af stolparne, men därjämte vid mellanrummet mellan dessa på samma sätt som en hängbro. Ledningen erhöll härigenom en viss grad af elasticitet, hvilket är fördelaktigt vid den hastiga rörelsen hos trissorna.

Fig. 352 och 353 visa denna anordning, t, t äro de båda rören samt N, N två kolfvar, liksom rören af mässing och hvilka kunde lätt glida fram och tillbaka i dem. Från kolf-varne nedgingo vertikalt två par stänger, förenade med horisontala tvärstycken jff, H. Medelst andra tvärstycken E, E uppburos de båda trissorna J?, R, som hvilade med tap-parne på E, E. G^enom spiralfjädrar S, S trycktes trissorna mot rören, så att det ständigt var kontakt dem emellan. Ledningen mellan ett rör och maskinen förmedlades genom en kabel F. Den lilla apparaten framdrogs af vagnen åt ena eller andra sidan med tillhjälp af två par snören, fästa vid de vertikala stängerna ofvanom E9 E, hvilka tvärstycken genom ebonitisolatorer voro skyddade från beröring med snörena.

Genom de båda i rören glidande kolfvarne samt genom trissorna erhölls ganska

tillfredsställande kontakt. Visserligen uppstod understundom gnistor vid fjädrarna,

men utan att någon väsentlig olägenhet därigenom förorsakades Kolfvarne nöttes något, men de kunde vid behof lätt ersättas af andra. Rörens nötning var omärkbar.

Den stationära dynamo-elektriska maskinen beskref vanligen 550 och den vagnen tillhörande 465 hvarf i minuten. Detta motsvarar en hastighet af 17 kilometer per timme. Vid ett försök, som af juryn vid ofvannämnda utställning gjordes, genomlopp vagnen 150 meter af banan på 25", hvilket motsvarar 21,6 km. Ännu större hastighet har man dock uppnått. Förändringarna i hastigheten skedde genom att införa ett större eller mindre motstånd i ledningen. Dessa motstånd

voro anbragta i vagnsställningen, så att konduktören endast behöfde vrida en hafstång för att efter behag moderera hastigheten. Strömmens afbrott skedde först sedan alla motstånden i ledningen blifvit införda, följaktligen gradvis, så att icke någon så stark gnista alstrades att någon skada för maskinen därigenom var att befara. Tillika användes en vanlig bromsinrättning.

Vagnen var afsedd för omkring 50 personer. Dess egen vigt var 5,500 och med full last 9,000 kilogram. När hastigheten var 17 km, var den använda drifkraften 3,5 hk. å horisontal och rätlinig bana, men uppgick till 8,7 hk. vid stigningen af 2 cm. per meter.

I Moedling vid Wien är en permanent bana anlagd i hufvudsak efter det nu beskrifna systemet. Dess längd är 4,5 km. Den har flera stigningar och skarpa kurvor, ända ned till 20 m. radie. Ledningarna, som äro uppskurna rör, uppbäras af 5,5 m. höga stolpar på 15 å 20 m. afstånd sinsemellan. Rören, hvilka ega 20 mm. inre och 40 mm. yttre diameter, understödas midt mellan stolparne genom trådar, som gå till stolparnes öfre del. Glidstycket utgöres af stål, men kontaktstycket af kanonmetall. Maskinens spänning är 500 volt, och en elektrisk vagn tager 18 ampere i anspråk. Banan genomlöpes af vagnen på 20 minuter. - Äfven mellan Frankfurt a. M. och Offenbach finnes en bana af 6,6 km. längd med en liknande anordning för strömtillförseln. - Slutligen må nämnas en nyligen bygd bana af 7 km. längd vid Clermont-Ferrand efter väsentligen samma system. Man gör här för strömtillförseln bruk af ett kopparrör med qvadratisk tvärskärning och uppburet af 8 m. höga järnstolpar på 40 m. afstånd sinsemellan. Nedtill har röret en ränna, som lemnar plats för kontaktstycket. Detta är af brons och har 4 cm. längd och är genom en metalltråd förenadt med vagnen. Kopparröret är formadt af två delar, förenade med en järnremsa, samt uppbäres af en stålkabel af 2 cm. diameter. - Återledningen sker genom skenorna.

3O6. Siemens & Halskes grufbanor. - Denna firma har byggt åtskilliga banor för grufvor, till de därstädes

förekommande transporterna. Så t. ex vid saltbergverket Neu-stassfurth, i Hohenzollerngrufvan Beuthen i Ober-Schlesien och i stenkolsbergverket Zaukerode. Några af dessa äro sedan flera år i verksamhet, så att deras värde blifvit till fullo pröf-vadt. Vi anföra såsom exempel den 700 meter långa banan i Zaukerode, som är belägen 260 m. under jordytan. Det elektriska lokomotivet, hvars längd är 2,4 m., höjd l m., bredd 0,8 m. har 0,566 m. spårvidd. Därmed befordras, med c:a 12 km. hastighet i tiipmen en last af 8,000 kilogram i 10 vagnar.SIEMENS & HALSKES GRUFBANOR.

605

U4I

men lokomotivet kan utföra ett nära dubbelt så stort arbete. Dess inrättning synes af fig. 354. Det sättes i rörelse af en motor, som är en dynamo-maskin med liggande induktor. Genom utvexling från dennas axel bringas de lyra med hvarandra hop-606

ELEKTRISKA JÄRNBANOR.

kopplade hjulen i rotation. Elektriciteten lemnas af en utom grufvan uppstäld dynamo-maskin, som drifves af en liten ångmaskin. Med tillhjälp af en kabel föres strömmen genom schaktet till de vid orternas tak anbragta af T-järn bildade strömled-ningsskenorna och kommer genom förmedling af små på dessa löpande med linor dragna kontaktvagnar till den med lokomotivet följande motorn. Genom vridning af en vef kan loko-motivföraren bestämma rörelsen fram eller tillbaka.

3O7. Utställniiigsbanorna i Frankfurt a. M. -

Vid elektricitetsutställningen år 1891 i nämnda stad vora två korta elektriska järnbanor byggda, hvilka höllos i full verksamhet under utställningen och äro af intresse genom de väsentligt förenklade anordningar för strömtillförseln genom öfver-

FIG. 355.

jordsledningar, som vid dem förefunnos. En af dem var utföra af Schuckert & C:o i Nurnberg och liknade banan i Halle, för hvilken vi något längre fram skola redogöra. Den andra, hvilken härrörde af Siemens & Halske, skola vi nu beskrifva. Banan, utgörande en vanlig spårväg, gick från Operaplatsen till utställningen genom flera ganska lifligt trafikerade gator. Yagnen, som på samma gång var elektriskt lokomotiv och passagerarevagn, liknade till utseendet en vanlig spårvagn, och kunde upptaga 32 personer. Motorn (se fig. 355) var upphängd vid en ram, hvilken var fast förenad med dess axellager,, som jämte dessa kunde svänga kring löpaxeln. Denna genomgick med spelrum den ihåliga axeln till motorns induktor, Drifaxeln hade såsom vanligt två lager, hvilka voro orubbligt förenade med motorn, under det att löpaxeln endast var lagrad vid midten. Genom en universallänk förenades de båda axlarneDEN ELEKTRISKA SPÅRVÄGEN I HÅLLE. 607

så att de kunde vid vagnens gång i kurvor bilda en liten vinkel sinsemellan. Genom denna anordning blef rörelsen elastisk, i synnerhet som vagnsfjädrarne upptogo stöten vid början. Dessutom är det möjligt att så ombygga en vanlig spårvagn till elektriskt lokomotiv. Eör rörelsens öfverflyttning användes kedjor. Den elektriska strömmen fördes genom en kabel under jorden samt genom en konta^tledning, hvilken uppbars af valsade järnpelare. Sistnämnda ledning, hvilken utgjordes af en temligen smal blank koppartråd, uppbars antingen direkt medelst porslinsisolatorer på en pelare, hvars öfre del dä var om-böjd, eller af en tvärtråd mellan två pelare, beroende på om banan gick nära trottoaren eller vid gatans midt. Kontakttråden gick ungefär 5 m. öfver gatan, men den kunde naturligtvis icke öfverallt ega noggrant lika höjd öfver denna. För att i alla händelser erhålla ett pålitligt kon- ______

takt, användes en järnstång af den form fig. 356 antyder. Stången a?>, hvars längd var lika stor som vagnens bredd, trycktes genom en motvigt c mot kontakttråden 1. Järnstångnn och vigten voro anbragta vid en hafstång, som var rörlig kring o medelst ett pä vagnstaket fäst stöd. Genom att stången hade en betydande längd, uppstod

ioke någon fara för dess utglidning vid kurvor och ej heller när tråden gick från ena sidan af gatan till den andra.

Återledningen skedde genom skenorna. Strömstyrkan var omkring 15 ampere och potentialskilnaden 300 volt.

3O8. Den elektriska spårvägen l Halle. - Längden hos denna är vid pass 7,8 km. och spårvidden l m. Största stigningen är l : 21 och minsta krökningsradien 12 m. Elektriciteten lemnas af fyra dynamo-maskiner med shuntlindning, hvardera afsedd för 120 ampere och 500 volt vid 520 hvarf i minuten. Maskinerna äro fyrpoliga med kolborstar. De äro förenade med två kopparstänger, af hvilka den ena genom en isolerad kabel står i förbindelse med ö fverj ordsledningen och den andra genom en icke isolerad kabel med spårvägsskenorna^ hvilka utgöra återledningen för strömmen. Ledningen utgöres af två delar, nämligen hufvudledningen och kontakt- eller arbets*

FIG 356.

ledningen. Den förra är isolerad och är delvis anbragt öfver och delvis under jordytan. Ötverjordsledningen, som användes vid breda gator, uppbäres af samma stolpar som kontaktledningen. Underjordsledningen utgöres af en blyarmerad kabel, hvars tvärskärning varierar mellan gränserna 50 och 95 qvinna. Kontaktledningen står pä vissa afstånd i förbindelse med hufvud-ledningen. Den är af kiselbrons med 6 mm. diameter samt är spänd öfver banans medellinie, så att den kommer minst 5,5 m. öfver marken. I de smalare gatorna Upphänges den på ståltrådar, spända från hus till hus och fasta med isolatorer, men i bredare gator uppbäres den af smidesjärnstolpar. Dessa ha upptill ett gjutjärnshufvud, vid hvilket ett med paraffin indränkt trästycke är fastsatt medelst svafvel, så att härigenom dubbel isolering erhålles. På några ställen användes en dubbel rad stolpar med en mellanvarande ståltråd för upphängningen. En sådan anordning har äfven vidtagits, där kurvor finnas. Hänsyn har tagits till trådens utvidgning och sammandragning vid temperaturvexlingar. Den elektriska strömmen upptages från kontaktledningen genom en med sidoflänsar försedd metall-trissa, "trolley", hvilken rör sig kring en tapp i ett gaffelfor-migt stycke, utgörande öfre delen af en 3 m. lång arm. Trissan hålles i beröring med kontaktledningen genom fjädrar, som trycka mot stången. Vid de ställen, där två ledningar skära hvarandra, finnas vexlar af aluminium, hvarigenom trissan införes på riktig väg. På hvarje vagnsaxel verkar genom kugg-hjulsutvexling en elektrisk motor, som är serielindad och två-polig. Största hastigheten hos vagnen är 9 km. i timmen.*) Denna anläggning är utförd af "Allgemeine Elektricitäts-gesellschaft" i Berlin efter Spragues system.

3O9. Den elektriska spårvägen i Budapest. - En

annan af de nyare elektriska järnbanorna i Europa är af särskildt intresse, nämligen den i Budapest af Siemens & Halske utförda spårvägen med underjordsledning. Dess längd är 9,1 km., dels med enkelt, dels med dubbelt spår. Under ena spåret finnes en kanal, på sätt fig. 357 antyder, i hvilken två vinkeljärn (till venster) äro anbragta. Dessa tjäna till strömmens ledning fram och tillbaka samt stå genom ett långs kanalen rörligt kontaktstycke i förbindelse med motorn på den elektriska vagnen. Kanalen är af järn och beton, nämligen ovala gjutjärnsramar 33 cm. höga och 28 cm. breda på 120 cm. afstånd från hvarandra, och mellan dem är betonmassan gjuten. Ledningsjärnen ligga vid ena sidan skyddade för nedfallande

*) Se vidare härom en uppsats af ingeniör R. Dahlander i Teknisk Tidskrift, 1892, sid. 89.

föremål och äfven för vattnet, hvilket nedrinner från kanalens botten i särskilda samlingsbrunnar. Upptill är kanalen till en del öppen för att lemna plats åt den arm, hvarigenom kon-taktet förmedlas.

Vagnarne likna vanliga spårvagnar men med en elektrisk motor anbragt mellan axlarne, hufvudsakligen i öfverensstämmelse med den i § 307 omtalade vagnen. Motorn är en två-polig serie-dynamo med liggande elektromagneter. Den är om-

FIG. 357.

.gifven med en låda för att bättre skyddas mot skada. Vid drifaxeln är den stadigt fäst, men förenad med den andra axeln

fenom en länk, hvilken lemnar den tillfälle att något röra sig b olika sidor. Kraften öfverföres från motorn till drifaxeln medelst en dubbel utvexling af kedjor med därtill hörande hjul. För att reglera hastigheten begagnas fyra under vagnen anbragta motståndsspiraler. Strömmen eger 300 volt potentialskilnad.

31O. Elektriska spårvägen i Blackpool. -Denna, som är konstruerad efter Holroyd Smiths system, har två under

FIG. 358.

ill

III

Bill

jordytan varade ledningar. Fig,. 358 visar ett här användt elektriskt lokomotiv i horisontal genomskärning, fig. 359 huru ledningarna äro anbragta och fig. 360 detaljer härtill. Lokomotivets hela längd är 7,658 m., längden af dess ram 4,915 m., dess bredd 1,815 m. och hela höjden 2,235 m. Diametern af de fyra hjulen är 0,762 m. och axelafståndet 1,650 m. Emedan detta afstånd är så kort, kan man göra bruk af krökningar med liten radie oaktadt spårvidden är den normala, nämligen 1,433 m. Ramen å lokomotivet sträcker sig emellertid genom denna anordning långt utanför hjulen såväl å främre som bortre sidan. Vid lokomotivets midt och under vagnsgolfvet är anbragt en elektrisk motor af systemet Elwell-Parker, som har induktor väsentligen såsom Grammes och elektromagneterna i likhet med dem vid Siemens dynamo-maskin. Från induktorns horisontala axel meddelas rörelsen genom tandade hjul och en kedja till den ena af de båda hjulax-larne. Strömmen lemnas af två dynamo-maskiner af hufvudsakligen samma anordning som motorn, uppstälda vid en station nära banans midt. Hvardera af dem är i stånd att lemna en ström af 180 ampere vid 300 volt, när hastigheten är 500 hvarf i minuten. Det har likväl visat sig, att redan 200 volt äro tillräckliga för motorns drifvande, och man har därför förminskat hastigheten till 350 hvarf. Elektromagneterna till generatorerna underhållas med en särskild dynamo maskin.

Beträffande det sätt, på hvilket strömmen föres från genera-

torerna till motorn å lokomotivet, märkes, att de härför använda ledarne äro belägna i ett underjordiskt galleri midt i vägen. Dessa ledare äro bildade af två parallela rännor eller rör af koppar med nära elliptisk tvärskär ning. Genom denna anordning stanna icke de små föremål, som nedfalla från ledarne, utan komma till galleriets botten. Bannorna äro med

FIG. 359.

{ -------- r B ^ '^_ ------- r H^ 1 0 ! "

FIG. 360,

tillhjälp af isolatorer fastsatta vid trästycken^ genomdränkta med kreosot, samt därifrån framskjutande ^ små gjutjärnsstöd, vid hvilka rännorna äro fastkilade med små trästycken. Rännornas ändar lemnas tillfälle att vid temperaturvexlingar närmas till eller aflägsnas från hvarandra genom små metallkilar på sätt fig. 360 antyder. På vissa afstånd äro brunnar P (fig. 359) uttagna, hvarigenom man kan aflägsna de inkommande föroreningarna. Medelst afloppsrör C stå dessa brunnar i förbindelse med en kloakledning, så att vatten, som samlas i galleriet, kan afrinna. Äfvenså äro på vissa afstånd hål uttagna för att vid galleriets rengöring kunna däruti införa handen och för att säkert fästa ledarne. För att åstadkomma föreningen mellan dessa och motorn användes en kollektor, hvilken utgöres af en stålram, som är nog smal för att få plats i den trånga springan vid galleriets öfre del, samt af kontaktstycken, hvilka glida på ledarne. Kontaktstyckena äro isolerade från stålramen, men äro i förbindelse med

en till ledningen å lokomotivet förande kabel. Kollektorn drages fram af två läderremmar, som äro fästa vid lokomotivet och som brista i fall ett större hinder skulle motsätta sig kollektorns rörelse utan att någon svårare skada därigenom är att befara. Därjämte drages kabeln ur sitt fäste, så att strömmen afbrytes, när ett dylikt hinder in-

träffar, i följd hvaraf lokomotivet stannar, och felet utan svårighet kan afhjelpas. För reglering af s^römstyrkan finnas motståndsspiraler vid lokomotivets undre sida. De båda kopparledningarna föra strömmen från generatorerna till motorn, och från denna går strömmen genom hjulen till skenorna och återföres på så sätt till stationen. Till en början användes en shuntlindad motor i ändamål att förebygga för stor hastighet, när belastningen var ringa eller vid gången nedför en sluttning. Men en allvarlig praktisk olägenhet uppstod härigenom, härrörande af det opålitliga kontaktet mellan hjulen och skenorna. Det kan nämligen inträffa, att kontaktet mellan dem af bry tes en bråkdel af en sekund, under hvilken tid det magnetiska fältet i motorn förlorar sin magnetism, och när sedermera kontaktet återställes, har induktorn icke någon elektromotorisk motkraft och en häftig strömning eger rum, innan elektromagneterna ånyo komma i verksamhet. Man fann sig därför föranlåten att i stället göra bruk af en seriemotor, vid hvilken den elektromotoriska inotkraften genast återställes, när strömmen ånyo framgår i ledningen. Genom de föränderliga motstånden hindras allt för stor hastighet. Motorn utvecklar omkring 4 hästkrafter vid 800 hvarf i minuten, och den erfordrar vid 200 volt potentialskilnad 18 ampere ström. Härvid transporteras 45 passagerare, som erhålla plats i den på lokomotivet anbragta kupén. Lokomotivet är nämligen på samma gång passagerare vagn. Vid förändring af rörelseriktningen omkastas strömmen uti induktorn, men icke i elektromagneterna. Borstarne, som utgöra små fasta block af koppar, förflyttas härvid icke, och linien mellan deras tangeringspunkter förblifver alltid vinkelrät mot det magnetiska fältets axel. De tryckas medelst fjädrar mot motorns kollektor.

311, Bessbrook och Newry elektriska järnbana.

- Denna bana, som har tre engelska mils längd, är af särskildt intresse, emedan den drifves med vattenkraft. Ungefär på midten af banans längd finnes mer än tillräcklig vattenkraft disponibel. Genom en turbin, som kan lemna ända till 65 hästkrafter, drifvas två dynamos af Edison-Hopkinsons system, af hvilka den ena är nog för trafiken och den andra tjänar till reserv. En potentialskilnad af 250 volt erhålles härmed. Den alstrade strömmen föres genom en järnledning, som är lagd i jämnhöjd med skenorna midt emellan dem samt uppbäres af träblock, hvilka hvila på syllarna. Såsom motor användes en dynamo-maskin af nyssnämnda system, hvilken är ständ å en främre afdelning af lokomotivet, som på samma gång är passagerare vagn. Två sådana lokomotiv begagnas, hvartdera med sin särskilda motor. Eör strömmens upptagande gör man

bruk af kollektörer, som glida på den mellersta skenan både vid lokomotivets främre och bortre del, i ändamål att hindra afbrott i ledningen vid smala vägöfvergångar och vexelspår, vid hvilka strömmen föres från den ena till den andra delen af ledningen medelst en kabel under jordytan. På ett ställe skär banan den allmänna landsvägen, och härstädes är icke mellanskenan lagd, utan i stället har man en ledning af två trådar, spända mellan stolpar, och en särskild kollektor fästes på lokomotivets öfre del för strömmens upptagande på denna vägsträcka. Lokomotivet väger 8 ton, och det kan i sin kupé upptaga 34 passagerare. Därjämte drager det en lastad vagn. Totala vigten som förflyttas är 26 ton och motorn utvecklar omkring 25 hästkrafter. Den största sluttningen är l : 50 och den skarpaste krökningen under vägen har 150 eng. fot radie, men vid ändarne gifves det päronformiga ändkurvor med en minsta radie af 56,5 fot. Genom denna anordning undviker man vändskifvor vid ändarne. Lokomotivet utan godsvagnen kan uppnå en hastighet af 15 eng. mil i timmen på horisontal bana. Spårvidden för lokomotivet är 3 eng. fot och för godsvagnen, som har utanför liggande platta skenor, 3 fot 41 tum. Det förras hjul äro som vanligt försedda med flänsar", men godsvagnens äro släta, hvarför denna vagn äfven kan dragas på en vanlig landsväg.

Ännu en annan engelsk bana, som drifves af vattenkraft, må anföras, nämligen från hamnen Bush i Norra Irland

till en fabrik på 10 km. afstånd därifrån.

312. Pelarbanan i Newyork. - A pelarbanan (Ele-vated railroad) i Newyork har man delvis gjort bruk af elektriciteten för bantågens framförande. Fig. 361 visar ett af de härvid använda elektriska lokomotiven från sidan, fig. 362 i plan och fig. 363 i tvärskärning. Det utgöres af en på fyra hjul614

anbragt ram med en därpå liggande elektrisk motor af systemet Daft, som har Grammes induktor och Siemens elektromagneter. De båda främre hjulen, hvilkas diameter är 1,2 m., äro drif-

FIG. 362.

hjul,'*"och de båda bortre hjulen löphjul. Platformen, hvarpå lokomotivföraren står, hvilar på de sistnämnda hjulen. Utvexlingen! från motorn till drifhjulen sker medelst ett slags kil-hjul, så afpassade, att mot ett hvarf af drifhjulen svara fem hvarf af maskinens axel. Motorn är på så sätt understödd, att den vid ena änden är försedd med ledgång och vid den andra, främre änden med tillhjelp af en skruf kan höjas och sänkas. Härigenom kan friktionen mellan hjulen förminskas eller ökas eller till och med upphäfvas, allt efter behof. _ Förändringen i rörel--^ sens riktning sker medelst två par borstar,

det ena för framåt-, det andra för bakåtrörelsen. Genom en hafstång åstadkommes hastigt denna förändring. För reglering af dragkraften och hastigheten förändras elektromagneternas ström, utan att man gör bruk af särskilda motståndsspiraler. Dessutom finnes en elektrisk bromsinrättning med grofva elektro

---"-ig'v :.» .&?f

FIG. 368.THOMSON-HOUSTONS ELEKTRISKA JÄKNBANESYSTEM.

magneter, som trycka bromsen mot hjulet vid strömmens genomgång. Den ström, som drifver motorn, kommer genom en stålskena, lagd mellan de båda järnvägsskenorna (se fig. 363), så att den på vissa afstånd uppbäres af särskilda isolatorer. Dessa utgöras af ett underlag, nämligen med asfalt genomdränkt trä med gjutjärnsstöd för stålskenan. Strömmen öfverföres från skenan genom en rulle af fosforbrons med 40 cm. diameter, hvilken med en hafstång kan upplyftas; den återföres genom banskenorna. Elektriciteten lemnas af två dynamo-maskiner. Motorns effekt uppskattas till 75 hästkrafter vid den normala hastigheten af 29 kilometer i timmen. Lokomotivets vigt är 9 ton och dess hela längd 4,5 meter.

313. Thomsons och Houstons elektriska järnfoane-

system. - Detta är mycket användt i Norra Amerika och

FIG. 364.

har jämväl i Europa flerestädes vunnit tillämpning. Sålunda användes det vid Lynn- och Boston-järnvägen, där starka krökningar och betydande stigningar, hvaribland 8 :100 förekomma, vid Des Moines-banan i Jowa af 1\ eng. mils längd och med dubbla spår, vid Eckington-banan i Washington o. s. v. I Europa begagnas det vid spårvägarne i Bremen, Newcastle m. fl. Strömtillförseln sker hufvudsakligen på samma sätt som vid den förut beskrifna banan i Halle, nämligen genom en åontaktrulle, "trolley", som trycker mot en öfver banan upp-616

FIG. 365.

hängd tråd, samt återledning genom skenorna. Men af särskildt intresse är konstruktionen af den nya motor, som de efter detta system byggda vagnarne erhålla. Det erfordras hos sådana maskiner såväl ansenlig styrka för att kunna motstå våldsamma skakningar samt till och med stötar, hvarjämte de måste kunna arbeta under alla väderleksförhållanden samt utsatta lör dam, vatten eller snö. Äfven utvexlingen, hvarmed motorns hastighet, reducerad, öfverföres till axlarne, bör kunna verka under lika omständigheter. Vid de amerikanska banorna hafva

de elektriska lokomotiven förut varit försedda med motorer med dubbel hastighetsreduktion, med användande af en mellanliggande axel samt två par kugghjul. De nyare lokomotiven hafva enklare utvexling. Fig. 364 visar denna. Likasom vid de äldre lokomotiven är motorställningen rörlig kring axeln, hvaremot den vid dess andra ände medelst starka fjädrar är förenad med vagnsställningen. Motorställningen omsluter helt och hållet induktorn. Den utgöres af två gjutstålsstycken, hopsatta med gångjärn öfver axeln och fästa med fyra bultar. Tillsammans utgöra de en låda, som är vattentät ända till höjden af axlarne. Elektromagneten är inrättad på sätt fig. 365 antyder; den har en enda trådspiral. Genom denna icke symmetriska anordning förefinnes en sträfvan hos det magnetiska fältet att upplyfta induktorn, hvarigenom axel-lagren skonas, något som här är af särskild nytta. Induktorn är ring-formig med järnbleckskärna, liknande kugghjul, och i rummen mellan tänderna är tråden helt och hållet nedsänkt, hvarvid ett litet spelrum lemnas. Spolarne fasthållas med träkilar. In-duktoraxeln är mycket grof för att hindra vibrationer. Lagren äro hopgjutna med ställningens nedre del. Utvexlingen utgöres af ett på hjulaxeln anbragt kugghjul samt en på induktors-axeln fäst dref. Båda äro af stål och ganska breda samt inneslutas i en metallåda i två delar, som är uppfyld af smörjmedlet. Omloppstalens förhållande är 4,78 för en dref med 14 kuggar. Lokomotivets största hastighet är 20 km. Induktorns hvarfantal är 690 i minuten. Hjuldiametern är 75 cm. samt axelafståndet 1,52 m., hvilket medgifver en motor för hvarje axel.

S14. Den elektriska järnbanan Tid Boxholm. -

Den första banan af detta slag i vårt land är den vid Box-holms bruk i Östergötland och är anordnad hufvudsakligen efter

senast beskrifna system. Längden hos banan är f km. förutom sidospåren, dess stigning är betydlig, nämligen 24 m., hvarjämte skarpa kurvor förekomma. Dynamo-maskinen, af Wenströms konstruktion, drifves af en turbin, hvilken äfven tjänar for den elektriska belysningen, ehuru ej hela den elektriska anläggningen samtidigt är i verksamhet. Maskinen, som lemnar 220 volt och 90 ampere, är en shunt-dynamo. Den är uppstäld vid banans nedre del, och strömmen ledes därifrån genom en 6 mm, grof koppartråd, hvilken sträcker sig efter banans längd, och hvarifrån den föres till en kontakt-tråd af kiselbrons, äfven den med 6 mm. diameter. Dessa trådar äro anbragta på stolpar på följande sätt: Stolparne äro stälda parvis, en å hvardera sidan om banan och vanligen med vid pass 40 m. afstånd mellan paren, men närmare hvarandra i kurvor. Deras höjd är 5 m. och nära öfre delen äro på isolatorer mellan de samma par tillhörande stolparna galvaniserade järntrådar anbragta, hvarpå öfver banans midt den hårdt spända kiselbrons-tråden är upphängd på krampor till en höjd af c:a 4 m. öfver banan. Långs ena sidan af banan går på stolpradens öfversta del koppartråden, äfven den fäst på isolatorer. De båda trådarne äro på flera ställen satta i ledande förbindelse sinsemellan. Genom denna anordning minskas motståndet vid strömmens ledning till det elektriska lokomotivet. Till detta föres strömmen genom en kontakttrissa, hvilken är fäst vid öfre delen af en hafstång, och denna trycker medelst fjädrar trissan upp mot tråden. Trissan kan härigenom röra sig icke blott upp och ned utan tillika något åt sidan, så att den kan följa trådens ojämnheter. I vexlar ersattes tråden medQen grenad metallränna, uti hvilken kontakttrissan löper. Återledningen sker genom järnvägsskenorna, som stå i förbindelse med dynamons ena pol, och den har jämväl en särskild jordledning. Motorn för det elektriska lokomotivet är en serie-maskin, med enkel hastskomagnet och truminduktor, afsedd för omkring 15 hk., och därifrån öfverföres kraften med kugghjulsutvexling till hjul-axlarne. Rörelsen regleras med en kommutator, hvilken icke blott omkastar strömmen i induktorn vid förändring från framåt till back, utan äfven förändrar hastigheten genom omkastning af elektromagneterna, så att inre motståndet ökas från dess största värde vid igångsättningen till dess minsta vid vanlig fart.*)

315. Oerlikons elektriska järnbane-anläggningar.

- Vi anföra såsom exempel på de nyaste konstruktionerna å elektriska järnbanor de af maskinfabriken Oerlikon utförda. I Marseille finnes en betydande dylik spårväg, hvars elektriska

*) Se vidare rörande denna bana en uppsats i Teknisk Tidskrift, 1890 238.618

del härrör af nämnda fabrik. Dess längd är 6 km. Det har visat sig, att den dagliga väglängd en elektrisk vagn där till-ryggalägger är 40 å 60 km. längre än de af hästar dragna spår-vagnarne genomgå. Äfven i Schweiz äro af fabriken åtskilliga dylika anläggningar af ganska stort intresse utförda. Man har härvid gjort bruk af systemet med of ver j ordsledningar och kontakt-rulle, "trolley". Fig. 366 visar den anordning, som härvid begagnas. Bullen är anbragt på en hafstång, hvilken är rörlig kring en punkt nära vagnens tak och genom en spiralfjäder tryckes mot ledningen. Denna är af kiselbrons eller hårddragen koppar af 6 eller 8 mm. diameter och uppbäres af särskilda

FIG. 366.

isolatorer, hvilka fästas antingen vid trä- eller järnpelare eller af trådlinor, fästa tvärs öfver vägen, antingen på pelare eller vid murar eller hus allt efter lokala förhållanden. Strömmen ledes tillbaka genom skenorna. För den skull anbringas mellan skenfogarne särskilda kontaktstycken äfvensom tvärföreningar, så att skenorna bilda en enda ledare med ringa motstånd. Såsom generatorer begagnas numera vanligen fyrpoliga dynamos, hvilka äro omslutna med en cylindrisk gjutjärnsring, från hvilken de fyra elektromagnetkärnorna gå radielt i 45° vinkel mot horisontalplanet inåt mot den roterande induktorn. Dessa maskiner tillverkas i sex olika normaltyper, af hvilka vi anföra de följande:

Hästkraft............. 66 130 200

Elektromotorisk kraft i volt ... 550 550 550

Strömstyrka i ampere....... 80 160 250

Antal hvarf per minut......600 400 300.

De nyaste motorerna likna till det yttre i någon mån dem vi i § 313 afbildat. Af dem finnas fyra olika typer från 10 till 30 hästkrafter. Man har sökt erhålla ringa vigt och ringa omloppshastighet, så att rörelsen kan bibringas hjulaxeln med en enda kugghjulsutvexling i förhållande af 4: l å 5:1; vidare tyst gång, skydd mot fuktighet, snö och dam, hvarför motorn är fullständigt innesluten, dock så att lagren blifva lätt tillgängliga. Induktorn har sina trådlindningar i djupa inskärningar uti järnkärnan, hvilka äro slutna medelst isoleringsämnen, så att tråden är väl skyddad utifrån. Por öfrigt kan såväl induktorn som magnetspolarne lätt ombytas. K/eglerings-motstånd, omkastare och afbrytare äro sammanförda i en låda och manövreras med en och samma häfarm. När vagnen framkommit till slutstationen, vrides stången med kontaktrullen, så att den kommer på motsatt sida mot vagnen mot förut. Vigten af en motor för 15 hästkrafter är 950 kg. Antalet hvarf i minuten hos dess induktor är 425.

Vi anföra särskildt en af Oerlikon-fabriken utförd anläggning af detta slag, nämligen den 3,25 km. långa banan Sissach-Gelterkinden. Spårvidden är l m.; krökningsradier anda ner till 60 m. samt stigningar af ända till 1,5 proc. förekomma. Maskinstationen ligger l km. från Sissach. En Jonval-turbin af c:a 40 hk. drifver dynamo-maskinen. Denna är två-polig med serielindning och ringinduktor. Strömmen upptages från bronskollektorn medelst två par borstar af kopparväf. Det uppgifves, att de störande inverkningar, som genom induktionen utöfvas på närgränsande telefonledningar, blifver mindre, då sådana borstar begagnas, än när bleckborstar voro i bruk. -- Maskinens positiva pol är förenad med skenparet och den negativa polen med instrumenttaflan. På denna är uppsatt en afbrytare med kol-kontakt, en ampéremeter och två voltmetrar, en åskledare samt en automatisk kortslutningsapparat, som är afsedd att kortsluta fältmagnetspolarne och sålunda afbryta strömmen, när dennas bestämda maximivärde öfverskrides. Strömmen föres genom skenorna till det elektriska lokomotivet och genom en luftledning tillbaka till stationen. Skenorna äro vid samtliga fogar förenade genom nedtill fastlödda och nitade för-tenta kopparremsor. Dessutom äro vid hvar fjärde skärf de båda skenparen förenade sinsemellan genom 6 mm. grofva koppartrådar. Luftledningen utgöres dels af en 6 mm. hårddragen koppartråd, hvilken utgör kontaktledningen, och dels af en matareledning, till större delen af 50 qvmm. tvärskär-ning. Kontaktledningen är upphängd 5,5 m öfver banan och likasom matareledningen anbragt på oljeisolatorer. Man gör för ledningarnas uppbärande bruk af trästolpar, vanligen på 35 å 40 m., men i kurvor på 15 m. afstånd från hvarandra.

Kontaktledningens isolatorer äro fästa vid gasrör, som äro fast-skrufvade vid trästolparna.

Det elektriska lokomotivet drager fyra person- och fyra godsvagnar. Dess inrättning synes af fig. 367 och 368. Här

FIG. 367.

Unnas två elektromotorer m^ och m2, hvilka uppbäras af löpaxlarna a± och a2. Axlarne sättas i rörelse genom utvexlingen r k från induktorsaxeln. Vid normal hastighet beskrifva motorerna 450 å 500 hvarf i minuten. Genom att de fyra axlarne ligga i två parallela vertikalplan vinnes den fördel, att under alla belastningsförhållanden kugghjulen ingripa i hvarandra på samma sätt. I det ögonblick vagnen sättes i rörelse vrides visserligen hela motorn något kring löpaxeln, ända tills jämvigt uppstår mellan spiralfjädrarnes reaktion på byg-larne &± och &2 samt motståndet vid kugghjulen, men afståndet mellan dessas axlar förblifver dock oförändradt. Motorerna äro fyrpoliga och lemna normalt 25 hästkrafter. De ega truminduktor samt ett "*" par kolborstar. Den elektriska strömmen öfvergår från skenorna

till hjulen och järnställningen samt förgrenar sig där till de parallelt stälda elektromagnetspolarne i båda motorerna samt vidare till de med magneterna i serie anbragta induktorerna, hvarefter hela strömmen går genom det vid bromsspindelpelaren s

FIG. 368.

anbragta regleringsmotståndet tv, w samt genom en ampere-meter och en enkel tandad åskledare. Föreningen mellan vagnen och den däröfver spända kontakttråden sker medelst ett på vagnstaket anbragt stålrör jämte kontaktrullen. Mellan induktorn och magnetspolarne finnes en tvåpolig omkastare, med hvilken strömriktningen i den förra kan förändras, hvarigenom rörelseriktningen kan förändras eller bantåget fås att stanna. Hastigheten kan regleras medelst motståndsspiralerna w, w äfvensom medelst en mekanisk bromsinrättning. Denna sättes i verksamhet medelst handhjulet Ji och motståndsspiralerna genom häfarmen k. Lokomotivets totala vigt är 6,170 kg., dess hela längd 4,69 m. och höjden 2,94 m. Bantågets totala vigt kan uppgå till 22,740 kg.

Det bör anmärkas i fråga om turbiners användande vid elektriska lokomotiv, där plötsliga kraft variationer förekomma, att en vanlig regulator är otillräcklig, enär den verkar allt för långsamt. Vid den senast beskrifna banan har man gjort bruk af en bromsregulator, hvilken visat sig bättre i stånd att underhålla en konstant hastighet hos generatorn.

316. Ny metod för godstransport medelst elektriciteten. - Vi skola nu beskrifva en egendomlig metod för

FIG. 369.

godstransport medelst elektriciteten, som först blifvit använd vid Glynde i England, men sedermera äfven på andra ställen vunnit tillämpning. Den är uppfunnen af Fleeming Jenkin,

Ayrton och Perry, och benämnes en efter denna metod byggd bana för telpherlinie. Fig. 369 visar anordningen i sin helhet, sådan den vid Grlynde är utförd för Sussex Portland Cement C:y. Man har här valt detta transportmedel, enär banan skulle genomlöpa vidsträckta betesmarker, som under en del af vintern äro öfversvämmade. Banan, hvars längd är 1,600 meter, utgöres af två serier stålstänger med 20 m. längd och 18 mm. diameter, uppburna 5,5 högt från marken af dubbla trästolpar. Bantåget utgöres af ett helt litet lokomotiv vid midten med vid pass fem små vagnar före och lika många vagnar efter detsamma. Hvarje vagn väger omkring 45 kg. och den lastas med 110 till 135 kg. lera, som anbringas i kärl, hängande under vagnarna. Hastigheten är 6,5 å 8 kilometer per timme och härför erfordras blott vid pass 2 elektriska hästkrafter. När tåget framkommit till stationen, urlastas vagnarna genom en automatisk inrättning. Flera tåg kunna samtidigt trafikera den dubbla banan, af hvilka den ena serien stålstänger tjänar tlil rörelsen i den ena och den andra serien for rörelsen i motsatt

riktning. Hvarje tåg tager i anspråk en ström af 8 ampere, hvilken lemnas af en dynamo-maskin med en ångmaskin som motor. Potentialskilnaden mellan polskrufvarne är 200 volt, hvilket ock antalet tåg rnå vara. En särskild regulator användes för att hålla denna potentialskilnad konstant.

Ganska sinnrik är den anordning, hvarigenom man kan föra ett bantåg fram efter en enda serie af stänger eller rättare sagdt två tåg efter två sådana bredvid hvarandra varande serier. Fig- 370 visar schematiskt, huru detta låter sig göra.

FIG. 370.

D är dynamo-maskinen, som lemnar strömmen till de båda serierna af stänger, A^ A^ . . . J51? _B2 . . . Dessa äro korsvis bragta i ledande förbindelse, så att A^ 1»2 A8 . . . utgöra en sammanhängande ledning, äfvensom B^ A2 B3 . . . en annan sådan. LT och L± TI föreställa de båda bantågen samt M och Mi de med dem följande elektriska motorerna. Antag att hjulen L och T, tillhörande det ena tåget, samt L± och T± det andra äro isolerade i sina respektive vagnsställ samt förenade med motorerna genom ledningarna. I följd häraf kommer alltid en ström att genomgå motorn i riktning från en stålstång

med + till en stång med -potential. I verkligheten följp* stålstängerna så nära efter hvarandra, att vagnarne framgå såsom på en enda skena. Tör att undvika kortslutning genom de särskilda vagnarnes hjul äro delar af isolerade skenor anbragta på hvarje stöd vid de ställen, där öfvergång från en stång till en annan eger rum.

På det att hvarje bantåg må framgå med konstant hastighet, vare sig rörelsen sker på horisontal bana, uppför eller nedför en sluttning, begagnas vid hvarje motor en regulator, som afbryter strömmen, när hastigheten blifver för stor, samt en bromsinrättning, som kommer i verksamhet, om afbrottet i strömmen icke är tillräckligt för att moderera hastigheten. Eig. 371

visar regulatorn, fig. 372 bromsinrättningen. När ledningen är sluten, går strömmen genom kontaktstycket C (fig. 371), men när vid stigande hastighet eller omkring 1,700 hvarf i minuten de båda vigterna W, W aflägsna sig ifrån hvarandra, afbrytes detta kontakt. För att hindra gnistbildningen härstädes, finnes vid S ett annat kontakt mellan ett kolstycke och en stålstång, hvilka under någon tid hållas tillhopa med en fjäder, under det att armen A aflägsnar sig. När hastigheten nedgått till vid pass 1,600 hvarf, får spiralfjädern S öfverhand och nedtrycker häfstången A, hvarefter kontaktet vid C återställes. - Broms-inrättningen utgöres (se fig. 372) af häfstången A med två vigter W, TF, hvilka vid en något större hastighet än 1,700 hvarf trycka skorna BB, som äro anbragta på fjädrarne SS, mot ringen CC. Vid Glyndebanan, der ingen sluttning öfver-

stiger l: 13, är dock regulatorn nära tillfyllestgörande, och det är sällan bromsen kommer i verksamhet.

För att öfvergå från motorns stora hastighet till den mycket mindre hastighet, hvarmed telpher-lokomotivets hjul rotera, begagnas utvexling medelst kedjor. Man gör bruk af hjul, försedda med rännor efter omkretsen samt beklädda med kautschuk, för att erhålla den erforderliga adhesionen.

FIG. 372.

En annan elektrisk inrättning för godstransport är försökt i Boston. Den utgöres af två öfver hvarandra på stolpar anbragta järnskenor, hvilka tjäna till stöd för en vagn i cigarrform, hufvudsakligen sammansatt af järn. Den elektriska strömmen lemnas af en centralstation till skenorna och genomgår den ena efter den andra af en mängd trådspiraler, hvilka på något afstånd tillsammans bilda en följd af ringar, hvarigenom vagnen passerar och hvari den indrages såsom en järnkärna.

Accumulatorers användande vid spårvägar.

- Vid de järnbanor, vi hittills betraktat, har strömmen förts från en stationär dynamo-maskin till den på lokomotivet varande motorn. Men det är tydligt, att man jämväl kan anbringa staplar eller accumulatorer på lokomotivet eller på en med detta följande vagn. Staplars användande skulle dock

härvid blifva för dyrbart och obeqvämt, men däremot lämpa sig accumulatorer förträffligt för detta ändamål. Flera försök äro ock gjorda i detta afseende och med så pass stor framgång, att man väl kan vänta en vidsträckt tillämpning af denna metod i synnerhet på spårvägstrafiken i städerna, ehuru visserligen ännu mycket återstår att önska, beträffande såväl kostnaden som accumulatorernas varaktighet.

Vi skola till en början anföra Heckenzauns senare undersökningar häröfver, hvilka blifvit anstälda 1887-1888 i Filadelfia. Den bana, soin därför användes, var bygd på en gård af oregelbunden form och bildade en sluten figur af 306 m. längd, så att vagnarne kunde oafbrutet framgå. Fyra kurvor funnos, två med 15,25 m., en med 10 m. och en med 30,5 m. radie. I fortsättningen af den skarpaste kurvan var en stigning af 4,98 proc., hvilken på andra sidan följdes af 5,8 proc. sluttning i förbindelse med den kurva, hvars radie var 30,5 m. Den vid försöken använda vagnen (en vanlig spårvagn för två hästar) hade två axlar på 1,85 m. afstånd från hvarandra, en motor samt ett accumulator-batteri och vägde jämte däri varande personer 5,3 ton. Kraften öfverfördes medelst kugghjulsutvex-ling från motorn till den ena axeln. Med 84 element af en nominel kapacitet af 140 ampere-timmar tillryggalade vagnen

70.5 km. väg på 6| timmar, innan batteriet behöfde omladdas. Detta motsvarar en medelhastighet af 11,3 km. per timme. Till en början var den elektromotoriska kraften 160 och vid slutet 145,2 volt; medeltalet var 157 volt. Största strömstyrkan var 120 ampere, men uppgick i medeltal blott till

22.6 ampere. Det bör dock anmärkas, att vagnen framgick en stor del af vägen blott genom sin egen tyngd, hvarvid bromsen varit tätt tilldragen. Endast få raster hafva egt rum. Under dessa förhållanden användes i medeltal 4,75 elektriska hästkrafter, hvaraf omkring 3 tillgodogjordes för dragande af vagnen. Dragkraften beräknas häraf till i medeltal 72,6 kg., motsvarande

13.7 kg. per ton. Tätheten hos vätskan i accumulatorerna var vid försökets början 1,186 och vid dess slut efter 6^ timme 1,126. Därefter laddades under 6 timmar med 30 ampere ström, då vätskan åter erhöll sin normala täthet. - Vid andra försök, gjorda af Reckenzaun med samma vagn på en spårväg å gata, uppgick medelströmstyrkan till 23,11 ampere. - Det visade sig äfven, att det är af väsentlig fördel att använda regleringsapparater, hvarmed strömmen på många olika sätt kan förändras. Efter regn, sedan skenorna blifvit rena, förminskades den behöfliga dragkraften 15 å 50 proc. De största svårigheterna härrörde af snömassorna, och för deras undanrödjande användes en snöplog, anbragt vid en ram under platformen framför vagnen. Medelst en trampa kunde snöplogen efter

behag höjas och sänkas. Bakom densamma och strax framför hjulen funnos borstar af ståltråd, hvilka fullbordade rengöringen. Under ett försök användes vid 6,4 mm. hög snö endast bor-starne jämte något sand vid den brantaste stigningen, hvarvid 50 ampere ström togs i anspråk i medeltal. Vid ett 50,8 mm, högt snölager måste både snöplogen och borstarne användas, och strömstyrkaii uppgick då till 80 ampere.

Vi anföra vidare de försök, som i Paris 1891 blifvit anstälda af ett spårvägsbolag med användande af Faure-Sellon-Volckmars accumulatorer med tvillingsplåtar (se lig. 82, p. 151). Självfva vagnen vägde 3,500 kg, och accumulatorerna 1,620 kg. Man gjorde bruk af 108 accumulatorer i 12 lådor, uppstälda i fyra skåp vid vagnens hörn, nämligen 4 framtill och 8 baktill. Hopkopplingen var gjord så, att 4 grupper af 27 element erhöllos, hvilka kunde ställas för tension eller qvantitet. Den elektriska effekten befanns vara vid normal hastighet af 11 km. i timmen på horisontal bana 4,5 hk., vid l proc. stigning 8, vid 2 proc. stigning 11,5 hk. samt vid 5 km. hastighet på 5 proc. stigning 10,5 hk.

I London har ett spårvägsbolag efter att flera år hafva försökt J armans system beslutat tillämpa det i vidsträckt skala. De härför använda vagnarna kunna rymma 44 personer, nämligen 20 inuti och 24 på imperialen, och väga tomma 5,5 ton. Accumulatorerna äro anbragta under bänkarne midt öfver skenorna. Vid båda ändar finnas små dörrar, hvilka äro försedda med snedt stälda hål, hvarigenom tillträde och luftvexling erhålles till de rum, uti hvilka man uppställt accumulatorerna. Af dessa finnas i hvarje vagn 52 dubbla element, hvarmed 208 volt och

ända till 60 ampere erhållas. Motorn är anbragt på en stålställning, som är fastbultad vid vagnen. Den har två induk-torer på samma axel samt två elektromagneter. Afsigten härmed är att kunna efter behof på olika sätt kombinera induk-torerna samt till och med låta den ena verka som generator och den andra som motor. Elektromagneternas trådlindning utgöres af ett antal spolar med olika motstånd, hvilka medelst en komuiutator kunna bringas i eller ur verksamhet, då det är behöfligt att öka eller förminska strömstyrkan genom att förändra ledningens totala motstånd. Rotationsrörelsen meddelas vagnshjulen genom en kugghjulsutvexling. Motorns hastighet är 658, mellanaxelns 216 och axelns 90 hvarf i minuten. Kugghjulen äro af fosforbrons med kuggar af vulkaniserad fiber. Kommutatorn, hvilken tjänar till att reglera vagnens hastighet, utgöres af en vertikal cylinder, som är rörlig kring sin axel och innehåller ett antal metallstycken, hvilka åstadkomma förbindelse mellan orörliga borstar, förenade med de särskilda elektromagnetledningarna. Vid normal hastighet användes blott

den ena induktorn, vid stor hastighet båda, verkande parallelt, i hvilket fall strömstyrkan uppgår till 44 ampere vid 26,5 km. i timmen. Accumulatorerna laddas om natten.

En annan intressant tillämpning af accumulatorer förekommer vid Birminghams elektriska spårväg. Denna har 4,8 km. längd och är dubbelspårig med en stigning af 1J: 24. Här begagnas 14 vagnar. Den elektriska delen af anläggningen är utförd af Elwell Parker-bolaget (Electric Construction Corporation). Vagnarne hafva hvardera en vigt af 6 ton utom batteriet och äro afpassade för 50 personer. Vagnskistan uppbäres vid båda ändar medelst vertikala vridbara tappar på starka ramar, hvardera hvilande på fyra hjul, som äro förenade genom ramen. I en af ramarne finnes elektromotorn, som har en maximi-effekt af 15 hk. Rotationen öfverflyttas därifrån medelst dubbel kugghjulsutvexling till de båda hjulaxlarne i samma ram i ett hastighetsförhållande af 6:1. Induktorn gör 700 hvarf per minut vid 12 km. hastighet per timme. Accumulatorbatteriet ärställdt under vagnssätena på järnskenor, så att det lätt kan skjutas fram och tillbaka. Det utgöres af 96 element, anordnade i fyra grupper. Hvardera af dessa innehålles i tre trälådor, som äro fodrade med bly. Elementerna, som stå på glasprismer, utgöras af ebonitlådor med 9 positiva och 10 negativa plåtar af 21 X 16 qvcm. yta efter E. P. S.-bolagets system (se § 94). Ebonitlådorna äro så höga, att vid skakningen under farten syran icke kan spruta öfver. Medelst en omkopplare kunna de fyra elementgrupperna hopkopplas på olika sätt. Batteriet med syra väger 3 ton och har 150 ampere-timmar kapacitet. Det laddas hvar femte timme med 30 ampere, hvilket är tillräckligt för 42 km. väg. Laddningen sker med två dynamos, hvardera drifna af sin ångmaskin. Härigenom kunna tolf vagnar samtidigt laddas. Batteriet lyftes i och ur vagnarne med en hydraulisk apparat, hvarvid de särskilda grupperna framskjutas på skenorna.

Vi skola slutligen såsom exempel å anordningen af ett elektriskt accumulator-lokomotiv beskrifva en år 1892 af maskinfabriken Oerlikon konstruerad maskin af detta slag, hvilken användes af pappersfabriken Baienfurt i Wurtemberg för transporter till den 4 km. därifrån belägna järnbanstationen Nieder-biegen. Man besörjer därmed såväl direkt person- och godstransport som ock befordring af godsvagnar. Lokomotivet har två axlar på 2 m. afstånd samt spårvidden normal. Det är öppet och har endast ett lätt tak till förarens skydd. Vid sidorna finnas sittbänkar, hvarunder accumulatorerna äro uppstälda. Batteriet utgöres af 100 element af Oerlikon-systemet (se § 102) med gelatinös elektrolyt och af 150 ampere-timmars kapacitet. Ett sådant element innehåller 29 skifvor af 2,5 mm.

tjocklek, 150 mm. höjd, 145 mm. bredd samt på 35 mm. afstånd från hvarandra. Skifvorna i ett element väga 14 kg. och hela elementet 20 kg., så att batteriets vigt är 2 ton. Man begagnar här kärl af rubellit, hvilket är ett ebonit liknande ämne, men som är fastare och uthärdar hög temperatur utan att blifva mjukt. - Motorn är fyrpolig, rörlig kring den ena vagnsaxeln och fjädrande upphängd på den andra, samt vägande 1,200 kg. Borstarne äro af kol. Kraften öfverföres medelst enkel kugghjulsutvexling till axlarne med 5,5 gånger reducerad hastighet. Hela mekanismen ligger under vagnsställningen och blifver tillgänglig genom att öppna en lucka i golfvet. För reglering af strömmen kan batteriets element hopkopplas på olika sätt, hvarjämte deo kan omkastas, alltsammans med användande af en enda hafstång. Det gifves nämligen fyra olika ställningar, som denna stång kan intaga för samma rörelseriktning. För största hastigheten kopplas elementen i serie, och för öfrigt i 2 serier af hvardera 50

element eller i 4 serier å 25 element. Den minsta hastigheten erhålles genom att infoga ett motstånd i den sistnämnda serien. Vid vagnstaket är en extra afbrytare anbragt samt dessutom am-péremeter och voltmeter för kontroll af strömmen under farten. Slutligen finnes en handbroms nära regulatorn vid vagnens midt. Lokomotivets vigt är 8 ton. En godsvagn af 20 ton total vigt förflyttas på 20 minuter från stationen till fabriken. Dagligen sker en sådan transport, och batteriets kapacitet är tillräcklig härför, men laddning sker likväl för hvarje eller hvarannan resa. Batteriet skötes af fabrikens maskinist.

Åsigterna äro ännu, oaktadt accumulatorlokomotiv mångenstädes blifvit försökta, delade om deras praktiska värde. Det är i synnerhet kostnaden för accumulatorplåtarne, hvilka ofta behöfva förnyas, som här är af betydelse. Enligt några uppgifter kunna dessa plåtar, under de förhållanden, som vid de elektriska banorna förefinnas, icke uthärda mer än 200 laddningar, efter andra ända till 450. I alla händelser äro de svårigheter, som ännu förefinnas, af den art, att de snart böra kunna öfvervinnas.

818. Utsikterna för de elektriska j&rnySgarnäs utveckling. - De elektriska järnbanor, som hittills blifvit anlagda, ega vanligen blott några få kilometers längd, mera sällan har man byggt sådana af mer än 10 till 20 kilometers utsträckning. Men så talrika äro dessa korta järnbanor, att sammanlagda längden hos dem uppgår endast i Norra Amerika till c:a 7,000 km. med 9,000 vagnar. De fördelar, som dessa banor visat sig ega, - enkel anordning, billig driftkostnad, beqväm skötsel - ha föranledt, att man flerestädes ifrågasatt att an-

lägga äfven järnvägar af större längd för att drifvas med elektricitetens tillhjälp, hvarigenom man tillika skulle kunna gifva bantågen stor hastighet. För att lemna begrepp om de medel, som man för den skull kan använda, skola vi i korthet an-föra det förslag, som den bekante elektrikern Zipernowsky framställt till en bana mellan Wien och Budapest.

Centralstationen skulle vara belägen omkring 60 km. från Budapest och lika långt från Wien. Från denna station skulle vexelströmmar af 10,000 volt genom luftledningar föras till sekundära stationer, hvilka samtidigt äro vakthus. I de sistnämnda stationerna skulle strömmarnes spänning förminskas medelst transformatorer och eventuelt förvandlas till likriktade strömmar. Vagnens längd är 45 m., bredd 2,15 m. och höjd 2,2 m. samt formas nd båda ändar efter paraboloidiska ytor, på det att luftmotståndet skulle förminskas. Vid den ansenliga hastighet, som här afses, uppgående ända till 200 å 250 km. per timme, skulle nämligen detta absorbera större delen af drifkraften. Vagnen är afsedd för blott 40 passagerare och båda andrummen, utgörande tillsammans hälften af längden, äro maskinrum. Vagnskistan hvilar på två ställningar, hvardera ined fyra drifhjul. Dessa gifvas så stor diameter som möjligt, nämligen 2,5 m., och förses med två spårkransar samt utgöras af två fulla skifvor. Utom drifhjulen begagnas fyra kontakthjul, hvilka löpa på två skenor, som ligga innanför och något högre än de vanliga. Strömmen föres från hjulen medelst massiva kopparstycken, hvilka glida mot släpringar. Två elektro» motorer, en lör hvarje par af drifhjulen och med samma axel som dessa, åstadkomma rörelsen. Hvardera af de fyra motorerna skulle i vissa fall behöfva utveckla ända till 200 hk., emedan vagnens största kraftbehof är 800 hk. Den största spänning, med hvilken man anser, att motorn bör arbeta, ar 1,000 volt vid en strömstyrka af 260 å 600 ampere. Ström-ledningsskenorna skulle vid de sekundära stationerna afbrytas genom isolerande stycken och strömmen föras till dessa stallen genom en regleringsapparat. För bronisningen användes dels luftmotståndet, dels elektromotorerna, hvilka skulle få verka som generatorer på ett under vagnen anbragt motstånd, dels Westinghouses luftbromsar.

Hvarje vagn skulle ensam utgöra ett bantåg, men i stället skulle sådana ofta, t. ex. hvar tionde minut, afgå från de båda ändstationerna på den dubbelspariga banan, hvilken naturligtvis måste uppföras med den yttersta omsorg.

319. Elektriska Mssinrättningar. - En ganska intressant tillämpning af den elektriska kraftöfverföringen ar vid hissinrättningar för olika ändamål. Vi skola exempelvis beskrifva

en af Siemens & Halske utförd inrättning af detta slag, soni vi sågo i verksamhet under en utställning år 1881 i Frankfart am Main och som användes för personbefordring vid ett 35 meter högt utsigtstorn. Man hade äfven en liknande inrättning vid 1891 års elektricitetsutställning i samma stad. En dynamo-elektrisk maskin är anbragt i

samband med den rörliga plåt-formen och under denna. Den står genom en dubbel ledning i förbindelse med en stationär dynamo-elektrisk maskin, på ett temligen betydligt afstånd, hvilken sättes i rörelse genom en ångmaskin. Platformen styres af ståndare och af en vid midten varande kuggstång, som utgör ett slags stege, sträckande sig från marken till öfre delen af tornet. Denna stege utgöres af två parallela stänger, hvardera bestående af tre Öfver hvarandra lagda rader stålbleck med omkring 5 mm. tjocklek och 60 mm. bredd, samt vid dessa fastnitade 15 mm. tjocka stålstänger. Stålblecken äro hopnitade på sådant sätt, att alltid den fulla bärkraften hos åtminstone två bleck å hvardera sidan kommer till verksamhet. Afståndet mellan stålstängernas midt är 35 mm. Upptill och nedtill är stegen fäst vid starka bjelkar. Den dynamo-elektriska maskinen under platformen är omgifven af en trälåda. Maskinens axel är försedd med en skruf utan ände, hvarigenom två kugghjul sättas i rörelse, hvilka ingripa från båda sidor i kuggstången. Skrufvens stigning är så liten, att platformen icke kan nedfalla, när strömmen afbrytas.

För att förändra rörelsens riktning användes en vid platformen anbragt hafstång. När denna är i sitt medelläge, är strömmen afbruten; vrides den till höger eller venster, bringas maskinen i rotation åt ena eller andra hållet, så att platformen uppstiger eller nedsjunker. Omkastningen försiggår sjelfverkande vid de båda ändpunkterna af loppet.

I ändamål att utjämna arbetet, som erfordras för den tunga apparatens höjning och sänkning, begagnas en motvigt, hängande på järntrådslinor. Dessas ena ände är fäst vid platformea och de löpa öfver två vid tornets öfre del varande rullar. Dessutom begagnas såväl dessa trådlinor som kuggstången såsom ledare till den elektriska strömmen. För att upptaga strömmen och föra den till receptorn begagnas ett par trissor öfver och under platformen och berörande trådlinorna.

Hastigheten, hvarmed platformen uppstiger, utgör vid pass ^ meter i sekunden.

Äfven i ^Sverige äro elektriska hissinrättningar på ett och annat ställe använda. Sålunda hade Göteborgs mek. verkstads aktiebolag vid 1891 års utställning i samma stad utställt en liten elektrisk hiss. I Stockholm finnes för bok- och persontransport en dylik i Riksarkivet, anordnad af Elektriska Aktiebolaget, hvilken drifves med ström från Stockholms ElektriskaELEKTRISKA BATAB.

Belysnings-Aktiebolags centralstation. Den använda motorn är serielindad och har kolborstar samt sätter medelst skrufutvex-ling i rotation deri vals, hvarpå hisslinan vid hisskorgens lyftning upplindas. Hastigheten regleras med en reostat, hvilken jämte Omkastaren för elektromagnetströmmen skötes från hisskorgen eller någon af de olika våningarna. Härför begagnas en efter hela hisstrumman löpande järntrådslina. Korgens hastighet vid 250 kg. belastning är 0,3 m. per sekund, då ström af 12 å 15 ampere och 100 volt begagnas.

32O. Elektriska båtar. - En af de första tillämpningar man gjort af elektriska motorer är för drifvande af små farkoster (jämför §§ 278 & 280). Så länge galvaniska staplar skulle begagnas såsom elektricitetskälla, kunde man dock icke i någon vidsträcklare skala eller till verkligt praktiskt bruk

FIG, 873.

använda elektricitet för detta ändamål. Men sedan accumula-torerna vunnit den grad af fulländning, de numera ega, har detta blifvit möjligt, och man har flerestädes konstruerat båtar, hvilka sättas i rörelse med tillhjälp af en genom accumulatorer drifven motor. Naturligtvis laddas batteriet genom ström från en å land varande anläggning. Vi anföra såsom exempel på en sådan farkost en af de bekanta maskinfabrikerna Escher Wyss & O.ie i Zurich samt Oerlikon för elektricitets-utställningen i Frankfurt a. M. år 1891 byggd elektrisk båt, hvilken är en af de största i sitt slag. Fig. 373 visar den i längd-genomskärning. Dess längd är 15 m. i vattenlinien och 16 m. öfver däck, dess största bredd 3,1 m. Höjden utgör 1,4 m. och djupgåendet 1,1 m. Propellern, hvars diameter är 0,7 m., beskrifver 360 hvarf i minuten och tager härför i anspråk 10 hk. Såsom afbildningen visar är accumulatorbatteriet anbragt under däcket. Det utgöres af 56 element med gelatinös elektrolyt (se p. 168), samt har 450 ampéretimmars kapacitet och 5^ ton vigt. Elektromotorn, som är afsedd för 10 hk., har sin induktor fäst direkt på propelleraxeln. Strömmen slutes cch af-brytes samt omkastas medelst en enda hafstång, hvilken kan

skötas af den vid rodret stående personen, hvarigenom manövreringen blifver mycket beqväm. I lugnt väder gjorde båten 12 km. fart i timmen på Mainfloden. Accumulatorerna behöfde då laddas först efter 8 timmars verksamhet.

FIG. 374.

Tionde kapitlet.

Galvanoplastikens nyare framsteg.

331. Den elektriska strömmens kemiska verkningar. - Vi hafva redan i första kapitlet af detta arbete anfört, huru vid början af detta århundrade de första företeelser^ som bero på den elektriska strömmens kemiska verkningar, iakt-togos. Innan vi öfvergå till en redogörelse för de tekniska tillämpningar, till hvilka dessa upptäckter fört, skola vi något närmare framhålla åtskilliga vetenskapliga sanningar, som tör dem ligga till grund eller med dem stå i närmare samband.

När den elektriska strömmen genomgår en kemiskt sammansatt vätska eller elektrolyt (se fig. 374), eger en sönderdelning af denna rumr så att den elektroposi-tiva beståndsdelen utfälles vid den negativa polen (katoden) och omvändt den elektronega-tiva beståndsdelen vid positiva polen (anoden), Denna sönderdelning i joner står i nära sammanhang med strömmens fortplantning, hvilken betingas eller åtminstone väsentligen underlättas därigenom. Äfven uti en dålig ledare kan strömmen på detta sätt framgå, i synnerhet om dennas tension är stor. Den kraft, hvarmed elektrolysen eger rum mellan elektroderna, kan vara ofantligt stor. Sålunda kunde Gassiot få grofva järnrör att brista med explo-

brytes samt omkastas medelst en enda hafstång, hvilken kan skötas af den vid rodret stående personen, hvarigenom manövreringen blifver mycket beqväm. I lugnt väder gjorde båten 12 km. fart i timmen på Mainfloden. Accumulatorerna behöfde då laddas först efter 8 timmars verksamhet.

FIG. 374.

Tionde kapitlet.

Galvanoplastikens nyare framsteg.

331. Den elektriska strömmens kemiska verkningar. - Vi hafva redan i första kapitlet af detta arbete anfört, huru vid början af detta århundrade de första företeelser^ som bero på den elektriska strömmens kemiska verkningar, iakt-togos. Innan vi öfvergå till en redogörelse för de tekniska tillämpningar, till hvilka dessa upptäckter fört, skola vi något närmare framhålla åtskilliga vetenskapliga sanningar, som tör dem ligga till grund eller med dem stå i närmare samband.

När den elektriska strömmen genomgår en kemiskt sammansatt vätska eller elektrolyt (se fig. 374), eger en sönderdelning af denna rumr så att den elektroposi-tiva beståndsdelen utfälles vid den negativa polen (katoden) och omvändt den elektronega-tiva beståndsdelen vid positiva polen (anoden), Denna sönderdelning i joner står i nära sammanhang med strömmens fortplantning, hvilken betingas eller åtminstone väsentligen underlättas därigenom. Äfven uti en dålig ledare kan strömmen på detta sätt framgå, i synnerhet om dennas tension är stor. Den kraft, hvarmed elektrolysen eger rum mellan elektroderna, kan vara ofantligt stor. Sålunda kunde Gassiot få grofva järnrör att brista med explo-

sion genom att i dem, då de voro fylda med vatten och slutna, sönderdela vätskan med användande af en svag stapel.

Men det är icke alla flytande föreningar, som äro elektrolyten Sålunda sönderdelas icke åtskilliga organiska föreningar och ej heller vattenfria syror, t. ex. vattenfri svafvelsyra eller salpetersyra, kolsvafla, tennklorid, absolut rent vatten m. ii., men de leda icke heller strömmen. En elektrolyt sönderdelas alltid i två beståndsdelar, hvilka själfva kunna vara sammansatta. Utgöres han af en haloidförening, såsom smält klorbly eller jodsilfver,

utfälles metallen vid der) negativa och metalloiden vid den positiva elektroden. Däremot sönderdelas en lösning af kopparsulfat på det sätt, att metallen utfälles på den negativa elektroden, men såväl basens syre som syran vid den positiva. Vattnet lider då icke någon sönderdelning. På samma sätt med lösningar af ^zinksulfat, silfvernitrat o. s. v. Men ofta inträda äfven sekundära kemiska verkningar. Sålunda försiggår kopparsulfatens sönderdelning på det sätt, att den först delas i Cu och S04, hvilken sistnämnda förening delas i S03, som upplöses i vattnet, samt O, hvilket bortgår. För att vattnet skall vara ledande, måste det innehålla en, om ock helt ringa mängd af något annat ämne, såsom syra eller salt. Innehåller vattnet t. ex. kaustiskt natron upplöst, frigöres natrium vid den negativa och syret vid den positiva elektroden, men metallen syrsattes igen och upplöses, så att natron ånyo bildas. Elektrodernas beskaffenhet kan äfven utöfva inflytande, och för att framställa strömmens kemiska verkningar utan rubbningar, får man i de flesta fall använda elektroder af platina eller guld. Om man vid sönderdelningen af kopparsulfatlösningen gör bruk af koppar för den positiva elektroden, angripes denna, enär den syrsattes af det syre, som därstädes utvecklas, och kopparsulfat bildas ånyo.

Aluminium eger i detta hänseende en ganska märkvärdig egenskap, som af G. Planté och Ducretet för några år sedan blifvit iakttagen*) och som man vid några tillfällen kan med fördel tillämpa. Antag att i en vätska, helst i en lösning af surt kromsyradt kali, såsom elektroder användas en skifva af aluminium A och en af en annan metall, t. ex. platina P, och man leder strömmen i den ena eller andra riktningen, så visar sig* väsentlig skilnad. Går strömmen från P till A, eger sönderdelning rum, men omkastas strömriktningen, så att den går från A till P, försvagas strömmen väsentligt och någon sönderdelning sker icke, eller åtminstone endast i ringa grad. Om man hade en elektrisk ringklocka i ledningen, skulle den i förra fallet ljuda, i senare icke. En fin metalltråd, införd i ledningen,,

*) Journal de Physique, T. IV, p. 84.634 GALVANOPLASTIKENS NYARE FBAMSTEG.

skulle i förra fallet blifva glödande, men däremot knappt märkbart uppvärmas i det senare. Detta betydande motstånd, som uppstår vid strömmens gång från aluminium, inträffar ögonblickligt och huru många gånger ock strömmen varit omkastad. Man kan begagna sig däraf, för att hindra en ström att framgå i annat än en bestämd riktning. Orsaken till företeelsen är uppkomsten af en oxid, som är dålig ledare.

Om en vätska innehåller flera upplösta ämnen, bero de uppkommande resultaten såväl på de relativa mängder af dessa ämnen, hvilka ingå i lösningen, som ock på deras kemiska stabilitet och elektriska ledningsförmåga. Har man endast en ringa mängd svafvelsyra i vattnet, sönderdelas endast det sistnämnda vid strömmens genomgång, men däremot blott syran, om föga vatten var närvarande. Secquerel uppställer som allmän regel, att när icke någon betydande skilnad förefinnes mellan mängderna af de upplösta ämnena, sönderdelas företrädesvis den förening, som eger minsta kemiska stabilitet och största ledningsförmåga. Men i annat fall blifver den använda massans inflytande märkbart. Så t. ex. upplöstes i 100 eqvivalenter vatten l eqv. silfvernitrat och sedermera först 2 eqv. koppamitrat, derefter 4, 8, 16 .... eqv. af sistnämnda salt. Det visade sig då vid elektrolys, att endast silfvernitratet sönderdelades, så snart icke en mycket stor mängd af kopparnitrat var närvarande ; sistnämnda salt började först att sönderdelas, när 60 eqv. däraf infördes. Då började såväl koppar som silfver att utfällas vid den negativa elektroden. Ökades halten af kopparnitratet ända till 67 eqv. mot l eqv. af silfvernitratet, titfäldes eqvivalenta mängder af de båda metallerna. Var förhållandet 87 : l utfäldes den dubbla eqvivalenten koppar i jämförelse med silfver.

Men utom dessa omständigheter har strömmens täthet inflytande. Man brukar tillskrifva strömmen en större eller mindre täthet, allt efter som den vid lika intensitet genomgår en mindre eller större tvärskärning, d. v. s. tätheten är omvändt proportionel mot ledarnes tvärskärning. Elektrodernas storlek utöfvar i själfva verket i flera fall inflytande på elektrolysen, så att denna kan underlättas genom att gifva strömmen större täthet. När elektrolyten utgöres af en blandning af flera sammansatta ämnen, blifva alla dessa sönderdelade, om strömmens täthet är mycket stor. Är denna täthet icke mycket stor och icke allt för stor skilnad i de upplösta ämnenas mängd förefinnes, utfälles i en elektrolyt, innehållande lösningar af metallerna, dessa vanligen i följande ordning: guld, silfver, vismut, koppar, tenn, bly, kadmium, zink, så att den först stående lättast utfälles och merendels

Om en lösning innehåller inblandade ämnen, hvilka till följd af sin kemiska frändskap kunna främja elektrolysen genom att framkalla sekundära verkningar, kan detta utöfva väsentligt inflytande på resultatet. Så t. ex. kan i vissa fall upplösningen af syre, väte eller klor framkalla sönderdelning af vatten, när icke stapeln är tillräckligt stark att omedelbart göra detta. På samma sätt främjas sönderdelningen, om någondera af elektroderna kan ingå förening med ett af de utvecklade ämnena. Vatten, som icke sönderdelas med ett enda galvaniskt element, när man som elektroder använder platinableck, kan undergå elektrolys, om i stället för det positiva platinablecket användes en lätt syrsättlig metall. Äfven temperaturen inverkar på den hastighet, hvarmed sönderdelningen försiggår, så att denna påskyndas genom vätskans uppvärmning.

Den elektriska strömmen kan i vissa fall åstadkomma en mekanisk förflyttning af elektrolyten. Vi inskränka oss till att här omnämna detta förhållande, hvars afhandling skulle ligga allt för långt från den fråga, som nu sysselsätter oss.

Den nyare teorien för elektrolysen är grundad på disso-ciationen. Enligt Clausius skulle nämligen elektrolytens molekyler vara dissocierade, så att de särskilda beståndsdelarnes rörelser voro oberoende af hvarandra. Det är i synnerhet S. Arrhenius, som utvecklat denna teori, hvilken vi hår måste inskränka oss att antyda/1')

Hufvuddragen för den nya teorien äro följande: Mellan gasers och utspädda lösningars egenskaper förefinnes ett an-märkningsvärdt samband, såsom redan v an't Hoff framhållit. Detta beror på, att molekylernas afstånd i båda fallen är mycket stort i jämförelse med deras dimensioner. I följd häraf ega .gaser och lösningar i flera fall likartade egenskaper, hvilket ock Arrhenius genom vidsträckta försök ådagalagt. Man kan därför äfven genom undersökning af en fast kropps lösning bestämma dess molekylarvigt lika väl som detta kan ske hos en gasformig kropp. Enligt den elektrolytiska dissociations-teorien äro elektrolyten som äro lösta i vatten, till större eller mindre del sönderdelade i sina joner, och det är den dissocierade delen af lösningen, som förmedlar den elektriska strömmen i denna genom de elektriskt laddade atomerna. Enär för gaser gällande lagar äfven äro tillämpliga i fråga om vätskor, så måste de för delvis dissocierade gaser ur den mekaniska värmeteorien härledda lagar äfven kunna användas i fråga om elektrolyternas lösningar. På grund häraf kunna flera vigtiga satser beträffande elektrolysen härledas. Så t. ex. har i all-

*) Se vidare härom: Bihang till K. Vet.-Akademiens handlingar, Bd. 16 samt Annalen der Physik uod Chernie, 1891, Bd. XLII.

mänhet en elektrolyt en med stigande temperatur växande ledningsförmåga, och detta är händelsen när dissociationsgraden ej ändrar sig med temperaturen. Men i vissa fall aftager dissociationsgraden, då temperaturen höjes, och det kan då inträffa att ökningen i elek trici tetstransport genom jonernas med temperaturen växande lättrörlighet sålunda kompenseras och att sedermera ledningsförmågan aftager vid stigande temperatur. Försöken ha bekräftat denna af teorien dragna slutsats.

. Lagarne för elektrolysen. - Det är i synnerhet Faraday, Matteucci och E. Becquerd, som härledt dessa. De äro förnämligast följande:

Den kemiska verkan en ström utöfvar är lika stor i alla dess delar, så att om man inför flera sönderdelningsapparater med samma ämnen i samma ström, erhåller man lika mängder sönderdelade. Detta gäller äfven om temperaturen är olika i de särskilda apparaterna, äfvenså om ledningsförmågan förändras t. ex. genom tillsats utaf något af en syra, som själf icke undergår elektrolys, eller om trycket på vätskan förändras.

Den mängd af ämnet som sönderdelas är proportionel mot den mängd elektricitet, som på samma tid framgår genom vätskan. och den är därför äfven proportionel mot strömstyrkan.

Om en ström samtidigt genomgår flera sönderdelningsapparater, innehållande olika ämnen, äro vigterna af de frigjorda beståndsdelarne proportionela mot dessas kemiska eqvivalenter. Så t. ex. om man i apparaterna har lösningar af koppersulfat? silfvernitrat o. s. v., äro de vigter af koppar, silfver m. rnv som samtidigt utfällas vid elektroderna, proportionela mot dessa elements eqvivalenter. Innehåller någondera af apparaterna en blandning af

två lösningar, hvilka båda sönderdelas, är samma lag tillämplig, men de vid samma elektrod utfälda elementen äro tillhopa kemiskt eqvi valen ta med de som frigjorts i de andra apparaterna. - Man får dock här fatta begreppet kemisk eqvivalent i något olika mening än den vanligen använda, så framt mer än två eqvivalenter förekomma i föreningen. Om man t. ex. hade tennklorur (SoCl) i ett kärl och antimonklorur (Sb_2Cl_3) i ett annat och strömmen genomgår båda, erhålles på en eqvi-valent tenn i det första blott | eqvivalent antimon i andra kärlet. Man kan uttrycka lagen för binära föreningar genom den sats, att för hvarje eqvivalent elektricitet utfälles en eqvivalent af det elektronegativa elementet vid den positiva elektroden. För att utsträcka lagen till neutrala salter tänker man sig dessa såsom binära ämnen, bildade genom föreningen af en metall med syrans radikal jämte saltets hela syremängd. I så fall kan lagen uttryckas genom den sats, att för hvarje eqvivalent elektricitet utfälles vid den positiva elektroden en eqvi-DEN KEMISKA VERKSAMHETEN I STAPELN. 637

valent af syran med saltets hela syremängd. Vi förstå härvid med elektrisk (elektrokemisk eller elektrolytisk) ekvivalent den elektricitetsmängd, som sönderdelar en eqvivalent vatten och således förmår ur detta utveckla en eqvivalent väte.

Vi meddela följande tabell*) öfver den elektriska eqviva-lentens värde, uttryckt dels i gram per Coulomb, dels i gram per ampéretimme:

	Gram per Coulomb.	Gram per ampéretimme.
Aluminium	0,0000942	0,33912
Antimon	0,000414	1,4904
Kobolt	0,0003054	1,0994
Koppar	0,0003261	151739G
Guld	0,OOOG78	2,5128
Järn	0,000.2898	1,04328
Bly	0,0010684	3,8462
Nickel	0,0003054	1,0994
Silfver	0,001118	4,0248
Tenn	0,0006096	2,19456
Zink	0,0003364	1,21104
Vatten	0,00009315	0,3348

Ex. Antal Coulomb, som erfordras för utfällande af l gram koppar, är enligt ofvanstående tabell

l : 0,0003261 = 3,066.

333. Den kemiska verksamheten i stapeln. - Den

lag, som gäller beträffande strömmens lika verkan i alla dess delar, är ock tillämplig i fråga om den galvaniska stapeln, förutsatt, att det är en sådan som är elektricitetskällan. I följd häraf är det inre kemiska arbete, som i hvarje element af stapeln alstrar elektricitet, eqvivalent med det kemiska arbete, som frambringas i en punkt hvilken som helst af den yttre ledningen. Detta gäller naturligtvis under förutsättning, att endast när stapeln är sluten kemisk verksamhet därstädes eger rum. Låter man strömmen från en stapel sönderdela vatten, måste man upplösa en eqvivalent zink för att frambringa den elektricitetsmängd, som är nödvändig för elektrolysen af en eqvivalent vatten. Faraday har redan ådagalagt detta, då ett enda element användes, Matteucci för hvart och ett af elementen till en sammansatt stapel, och Despret$ bekräftade denna sats vid Bunsens och Daniells staplar med två vätskor. Den mängd

*) Efter Göre: The art of electrolytic separation.

väte, som är kemiskt eqvivalent med den upplösta zinken, är nära lika med den i vattensönderdelningsapparaten eller voltametern utvecklade vätemängden. Likväl får man icke härvid vänta en fullkomlig öfverensstämmelse, utan den sistnämnda mängden är något mindre än den förra, härrörande dels af lokala verkningar i stapeln, dels af förlust utaf elektricitet, men denna skilnad belöper sig vanligen till icke mer än l proc.

Det följer af den ifrågavarande egenskapen hos den elektriska strömmen, att for sönderdelningen af en eqvivalent hos en elektrolyt, som i ledningen blifvit införd, tages i anspråk en eqvivalent zink i hvarje af stapelns element. Således, om man gör bruk af n element, åtgår n gånger så mycket zink som om endast ett element begagnades, utan att likväl det yttre kemiska arbetet blefve större, förutsatt att stapelns elektromotoriska kraft i alla fall är tillräckligt stor att öfvervinna polarisationen och det yttre motståndet.

Man har därför såsom regel att för de elektrokemiska till-lämpningarna göra bruk af minsta möjliga antal element, som är tillräckligt för att gifva den erforderliga elektromotoriska kraften. Är det yttre motståndet ansenligt och blott la element begagnas, sker sönderdelningen långsamt, enär en ringa mängd elektricitet framströmmar, men åtgången af zink i hvarje element är då jämväl obetydlig. Ökar man antalet element, försiggår sönderdelningen hastigare, och i samma mån växer äfven åtgången af zink inom hvarje element. Despretz har anställt försök häröfver med Bunsens och Daniells staplar. Han sönderdelade en viss mängd vatten genom att använda 2, 4, 16, 32, 64, 128, 256 element, stälda efter hvarandra, och bestämde den härför erforderliga tiden. Det visade sig att denna blef väsentligt mindre, när antalet element ökades från 2 till 4 eller från 4 till 8, men föga minskades, när antalet växte från 8 till 16 och knappt något, när ett större antal element begagnades. Det var således af ringa gagn att göra bruk af ett större antal element än 8, och zinkförbrukningen ökades utan motsvarande nytta.

Vi hafva härvid förutsatt, att elementen ordnats efter hvarandra, följaktligen för spänningens förökande. Annorlunda blifver förhållandet, om de ställas så, att en större mängd elektricitet därigenom alstras, d. v. s. om de ordnas för erhållande af stor yta. Vore det yttre motståndet mycket ringa, skulle, under för öfrigt lika omständigheter, sönderdelnicgens hastighet vara nära proportionel mot ytans storlek, hvilket Despretz ock genom försök bekräftat.

Huru förhållandet i detta hänseende blifver, när man använder maskiner i stället för staplar att alstra strömmen, skola vi något längre fram taga i betraktande.

324. J. Thomsens försök, angående det kemiska arbetet i stapeln. - I sammanhang med hvad vi nu anfört, i fråga om stapelns kemiska verksamhet, vilja vi meddela de förnämsta resultaten af de vidsträckta och noggranna undersökningar, som den danske kemisten Jttlius Thomsen*) anstalt, beträffande det kemiska arbetet äfvensom den elektromotoriska kraften hos olika galvaniska kombinationer. Det gälde härvid att pröfva, huruvida hela det genom de kemiska processerna i stapeln utvecklade arbetet uppträdde såsom elektricitet eller om detta blott egde rum för en del däraf. Genom föregående iakttagelser hade Themsen bestämt värmeutvecklingen vid en mängd kemiska processer och särskildt vid metallers upplösning i syror. Han uppmätte nu den galvaniska värmeutvecklingen medelst en kalorimeter, i hvilken strömmen genomgick flera platinaspiraler, nedsänkta i vattnet. Strömmen bibehölls konstant medelst en sinusbussol och en reostat. Vidare undersöktes huru stor mängd knallgas på en minut frigjordes af den använda strömmen. Därjämte bestämdes strömstyrkan och den elektromotoriska kraften. Följande tabell innehåller de förnämsta resultaten af dessa försök, hvarvid den första kolumnen angifver de begagnade olika galvaniska elementen, nämligen $":o l Daniells, N:o 2 zinkkadmium-element, N:o 3 klorsilfver-element, JST:o 4 & 5 Bunsens element med salpetersyra af olika koncentrationsgrad, N:o 6 äfven Bunsens, men med kromsyrelösning, N:o 7 ett af Thom-sen konstrueradt element, liknande Bunsens, men i hvilket zinken blifvit ersatt med koppar; N:o 8 slutligen är ett järnklorid-element. De andra och tredje kolumnerna lemna uppgift å den absoluta och relativa totala värmeutvecklingen under det en eqvivalent kopparsulfat skulle hinna sönderdelas; den relativa bestämningen är hänförd till Daniells element. Slutligen

angifver en kolumn den elektromotoriska kraften, det sistnämnda elementets antagen såsom enhet.

Elektricitetskällan Värmeutveckling i gram värmeenlieter Elektromotorisk kraft.

absolut relativ l j l

N:o l j 50130 l j l

» 2 | 16590 0,33 0,33

» 3 j 54080 1,08 1,065

» 4 96080 1,92 j 1,86

» 5 | 82810 1,65 1,69

» 6 j 99790 1,99 | 1,85

| » la 45950 l 0,92 0,88

j »Ib 32680 0,65 0,73

i » 8 44430 0,89 0,90

*) Annalen der Physik und Chemie, 1880, Bd XI, p. 246.

Jämför man de båda sista kolumnerna, framgår tydligen, att i de flesta fall nästan hela den energi, som motsvarar den normala kemiska processen, förvandlats till elektricitet, hvilken i sin ordning fram bragt värmeutveckling i apparatens alla delar. Vid Daniells stapel befanns, att hela det kemiska arbetet undergått en sådan förvandling. Det angifna värdet 50,130 v.-e. är nämligen skilnaden 106,090 - 55,960 mellan de värmemängder, som utvecklas vid zinksulfatets bildande och upptagas vid kopparsulfatets sönderdelning, och detta värde är nästan identiskt med den värmemängd 50,292 v.-e., som direkt uppmättes i stapeln.

Bland de orsaker, hvilka kunna föranleda, att icke fall öfverensstämmelse råder mellan de utvecklade och direkt uppmätta värmemängderna, må nämnas: sekundära kemiska processer samt upplösning af gaser i vätskan, men framför allt temperaturens inflytande. I själfva verket är ett galvaniskt element ett system, hvars energi är en funktion icke blott af den elektricitetsmängd, som genomgår detsamma, utan tillika af dess temperatur. Helmholtz, som utvecklat teorien härför, har visat, att alla de element, uti hvilka finnas ett öfverskott af kemisk energi, ega en elektromotorisk kraft, som aftager vid stigande temperatur; eger den elektriska energien öfvervigt, växer den elektromotoriska krafcen med temperaturen. I förra fallet uppstår värmeöfverskott och temperaturen stiger; i det senare däremot temperatursänkning. Företeelsen är sålunda icke fullt så enkel som den förr antagits vara, emedan både kemiska och termiska verkningar utöfva inflytande.

325. Polarisation yid elektrolys. - Vi hafva redan förut fäst uppmärksamhet vid den afsättning af sönderdelnings-produkterna, härrörande af den kemiska verksamheten i sta-pelti, som i denna eger rum, samt den polarisationsström, motsatt den ursprungliga, som till följd däraf framkallas. Ett analogt fenomen visar sig äfven vid elektrolys utanför stapeln. Har man anbragt två skifvor af samma metall såsom elektroder, (se fig. 374, p. 632), så framkalla de en polarisationsström redan efter en kort tid. Detta visar sig, om man afbryter ledningen till elektricitetskällan och i stället sätter elektroderna i förbindelse med en galvanometer; då angifver denna en ström, motsatt den ursprungliga. Äfven i de fall, då icke någon gasutveckling är synlig, gifver denna polarisationsström tillkänna att sönderdelning försiggått. Så t. ex, vid smält glas, som sönderdelas vid strömmens genomgång. Men det är icke blott efter det den ursprungliga strömmen verkat, utan jämväl under dess verksamhet, som polarisationsströmmen eger bestånd. Samma omständigheter, hvilka ega inflytande på den i stapeln uppkommande polarisationen, äro äfven här att uppmärksamma;

sålunda förminskas den genom elektrodernas skakning, genom temperaturhöjning och andra medel, genom hvilka det vidhäftande lagret af elektrolyten kan aflägsnas.

Antager man till enhet den elektromotoriska kraften hos Daniells stapel, så är den elektromotoriska kraften hos

polarisationen vid:

Amalgamerade zinkskifvor i utspädd svafvelsyra......0,202

» » i zinkvitriol-lösning.......0,109

Kopparskifvor i kopparvitriol-lösning 0,052

/anoden i utspädd svafvelsyra \ Q

Xkatoden i kopparvitriol-lösningj

". , , .e fanoden i utspädd svafvelsvra\ A , ,.,, A

Zmkskifvor < i .> ... 0,4 till 0,7G

Ikatoden i zinkvitriol-lösning)

Är strömstyrkan ringa, har äfven strömmens täthet och således elektrodernas storlek inflytande, så att polarisationen minskas, när elektroderna tagas större. Vidare ökas polarisationen, då den ursprungliga strömmens styrka växer, och dess elektromotoriska kraft stiger till en början nära i samma förhållande som denna ströms styrka, men uppnår en gräns, hvilken den icke öfverskrider.

Det synes af ofvanstående uppgifter, angående polarisationens styrka, att den icke är af synnerligt stor betydelse, när strömmen föres genom kopparskifvor, som nedstå i kopparvitriol-lösning. I allmänhet blifver polarisationen ringa, när två elektroder af samma rena metall nedstå i en lösning af metallens Bält. Man kan därför vanligtvis antaga i praktiken, när man gör bruk af nära rena metaller och vätskor, att polarisationen är af föga betydelse, alltid förutsatt att man begagnar samma metall för elektroder och lösning. I annat fall kan polarisationen blifva betydlig, såsom äfven Gramme fann, när han försökte att vid kopparutfällning ersätta kopparelektroderna med lika stora blyskifvor. Det är mycket lätt att undersöka, huruvida polarisationen utöfvar väsentligt inflytande, om man nämligen afbryter hufvudströmmen och sätter elektroderna i förbindelse med en galvanometer, då dennas utslag angifver i fall den alstrade sekundära eller polarisationsströmmen är af större «ller mindre betydenhet.

Den elektromotoriska kraft, som i elektrolyten uppstår till följd af polarisationen, må nu vara svagare eller starkare, i alla fall är den riktad motsatt den ursprungliga, hvilken föranleder elektrolysen. Men utom denna orsak till strömstyrkans försvagande genom elektrolysen, gifves det, oafsedt det vanliga ledningsmotståndet, en annan, nämligen det öfvergångsmotstånd. som under vissa förhållanden uppträder vid själfva elektroderna.

till följd af dessas förändring. Så t. ex. om på dem afsattes-ett föga ledande öfverdrag. Den gasformiga utfällningen synea dock icke framkalla ett märkbart öfvergångsmotstånd. Stundom förminskas vätskans ledningsmotstånd, i hvilken händelse öfver-gångsmotståndet är negativt.

Man finner lätt, hvilket inflytande såväl polarisationen som öfvergångsmotståndet utöfvar på strömstyrkan, om man inför dessa i den formel, som angifver den ohmska lagen. Låt för den skull E beteckna elektricitetskällans och e polarisationens elektromotoriska kraft, J? motståndet utanför sönderdelnings-apparaten, r vätskans ledningsmotstånd och u öfvergångsmotståndet. Då är strömstyrkan

E- e ~~ R + r + u

I de flesta fall kan man vid de tekniska tillämpningarna^ antaga såväl e som u att vara noll.

326. Den elektriska energi, som för elektrolys erfordras. - Den totala elektriska energi, som tages i anspråk lör elektrolys af en vätska, beror på flera omständigheter. Dess minsta värde måste vara åtminstone lika stort som den mekaniska eqvivalenten till den värmemängd, hvilken skulle alstras om jonerna återförenades till den ursprungliga sammansättningen. Så t. ex. vid vattensönderdelning. Man har här två atomer väte, hvilka äro förenade med en atom syre (JT2 O), och molekyl ar vigten 18. Räknas vigterna i gram erhålles ioreningsvärmet 68,360 gramvärmeenheter vid bildandet af 18 gram vatten vid omkring 20° temperatur, hvarvid 2 vigtsdelar väte

förena sig med 16 delar syre. Por sönderdelning af l gram vatten per minut skulle således minst erfordras 68360-4, 2- 107 A

. hästkrafter,

med hänsyn till värmeenhetens mekaniska eqvivalent i erg och hästkraftens storlek: uttryckt i samma enhet (se sid. 16). På samma sätt kan man gå till väga för beräkning af den elektriska energiens minimivärde i fråga om andra kemiska föreningars sönderdelning.*) Men vanligen är den totala mängd energi, som erfordras, väsentligt större än den sålunda beräknade. Flera orsaker föranleda detta. Först och främst åtgår en viss del af energien till öfvervinnande af lednings-motståndet i vätskan och i den yttre ledningen. Vidare kan förlust uppstå genom upplösning af metallen vid den negativa elektroden, hvilket vid kopparelektroder i en varm eller järn-haltig lösning kan förorsaka ansenlig skada. För öfvervinnande

*) Se tabeller vid bokens slut.

af polarisationen eller någon annan elektromotorisk motkraft, när någon sådan finnes, åtgår äfven energi. Likaså för jonernas förflyttning och annan rörelse, som strömmen föranleder inom vätskan. Sekundära kemiska verkningar kunna äfven förorsaka energiförlust. Slutligen må nämnas, att genom afledning eller läckning af elektricitet samt genom kortslutning dylik förlust kan ega rum. Till följd häraf är det säkrast att genom försök utröna, huru stor mängd energi, d. v. s. antalet watt som erfordras för utfällning af en viss vigt af metallen.

Yi anföra i detta hänseende försök, gjorda af I. Hopkinson för afskiljande af aluminium från smält kryolit medelst kolelektroder. Härvid var strömstyrkan 100,2 ampere och potentialskilnaden 57,43 volt samt totala antalet elektriska hästkrafttimmar 21,6. Den verkligt frambragta aluminium-mängden var 60 gram, under det att den enligt beräkningen skulle hafva varit 93,09 gram. I detta fall härrörde skilnaden förnämligast af värrneutvecklingen vid motståndets öfvervinnande.

Mr anoden utgöres af den metall, som elektrolytiskt utfälles vid katoden, så att en kompensation eger rum, hvarigenom badets sammansättning förblifver oförändrad, kommer lika mycket arbete att alstras vid anoden, som tages i anspråk för den elektrolytiska sönderdelningen. Summan af dessa arbeten blifver således noll. Men detta ar under förutsättning, att icke någon sekundär verkan eger rum, och i verkligheten ställer sig saken ofta ganska olika, i synnerhet då kemiska processer, som äro beroende af elektrolysen, uppträda.

327. Den potentialskilnad, som tages i anspråk för elektrolys. - Om vi beteckna den elektromotoriska kraften hos elektricitetskällan med E samt hos polarisationen med e, motståndet i elektricitetskällan jämte den yttre ledningen med undantag för det elektrolytiska badet med H samt hos det sistnämnda med Q och slutligen strömstyrkan med i, har man enligt ohmska lagen

. E-e

Potentialskilnaden P vid den elektrolytiska apparatens pol-skrufvar måste vara lika med summan af de potentialskilnaden hvilka skulle uppstå, om icke någon polarisation funnes, nämligen i g, samt af e, eller

P = i Q + e.

Tör att kunna beräkna P, måste således i, Q och e vara kända. Om strömmens täthet d samt elektrodernas area a äro be-

stämda, har man i = å a. Betecknas motståndet i badet per qv.-decimeter af vätskan med s, har man

och således

9 =

P=ås

Por att bestämma den lämpligaste tätheten äfvensom motståndet s gör man bruk af profbad, vid hvilka elektroderna gifvas en eller flera qv.-decimeter yta. Man förändrar så länge strömstyrkan till dess en till beskaffenhet och mängd passande utfällning erhålles.

Strömtätheten och spänningen, som erfordras vid olika metallösningar för att erhålla en fast, sammanhängande utfällning, är mycket olika lör olika metaller och äfven för olika lösningar af dem. Så t. ex. uppgifves för några vanliga lösningar såsom passande:

Ampere per qv.-decim. Volt per kärl. Kopparsulfatbad ... 1,2 ä 1,7 0,7

Kopparcyanidbad ...... O, G 3,0

Försilfringsbad 0,5 1,0

Förgyllningsbad 0,1 4,0

Förnicklingsbad . . . 0,3 å 0,6 . . . . 2,0 å 2,3.

För elektrolytisk vattensönderdelning erfordras en potentialskilnad af c:a 1,47 volt, men visserligen kan man med en galvanometer iakttaga en ström äfven vid långt mindre spänning.

328. Den elektriska strömmens fördelning i en elektrolyt. - Om man i det kärl, som innehåller elektrolyten, anbringar två elektroder af jämförelsevis liten utsträckning", utbreder sig mellan dem den elektriska strömmen efter kraftlinier, sådana fig. 375 antyder. Dessa kurvor komma hvarandra närmare i närheten af afståndslinien mellan elektroderna. Tribe har närmare undersökt dem genom att upphänga små stycken af metallblad i olika delar

af vätskan och bestämma den elektrolytiska verkan, som där egde rum.

FIG. 375.GALVANOPLASTIKENS UPPFINNING. 645

En annan dylik undersökning är utförd af ingeniör A. Estelle å Tekniska Högskolans fysiska kabinett. Vätskan var destilleradt vatten, hvartill några droppar svafvelsyra blifvit tillsatt. De punkter, hvilka egde lika potential, bestämdes, och sålunda erhölls nivåytorna, mot hvilka kraftlinierna äro vinkelräta. Elektroderna utgjordes af två fina platinatrådar, hvarjämte en tredje men flyttbar sådan tråd, hvilken var insmält i ett glasrör, sä att endast ändytan var blottad, begagnades för undersökningen af fältet. En kondensator laddades med elektricitet från endera af elektroderna samt från den rörliga tråden och urladdades sedermera genom Thomsons spegelgalvanometer. Det visade sig, att nivåytorna äro slutna, hvilket beror på att den elektriska strömmen vid utgången från anoden sprider sig åt alla sidor. Potentialskilnaden mellan midtpunkten och katoden var betydligt större än mellan förstnämnda punkt och anoden *).

329. Gralyanoplastikens uppfinning. - De första tillämpningarna för praktiskt ändamål af strömmens förmåga att sönderdela kemiskt sammansatta vätskor gjordes nära samtidigt af Jacobi i S:t Petersburg och af Spencer i Liverpool. Den förstnämnde, af tysk härkomst och som till en början var i preussisk tjänst såsom byggnadstekniker, bosatte sig år 1835 i Ryssland och gjorde der flera vigtiga undersökningar och uppfinningar inom elektricitetsläran. Han lämnade den 5 oktober 1838 till vetenskapsakademien i S:t Petersburg ett första meddelande om sin uppfinning af galvanoplastiken, till hvilken han genom en tillfällighet blifvit förd. Sysselsatt med att försöka Daniells element hade hans uppmärksamhet blifvit fäst å det lager af koppar, som blifvit utfäldt å den negativa metallen, och han iakttog, att de märken efter filen och hammaren, som kopparcylindern i elementet företedde, äfven visade sig å det däröfver afsätta kopparlagret. Genom att anställa försök härmed under olika förhållanden, Öfvertygade han sig om, att en sammanhängande aflagring af kopparen kan ega rum ur en kopparvitriol-lösning, och detta icke blott uti stapeln, men jämväl utanför denna. Något senare än Jacobi offentliggjorde Spencer sin uppfinning, hvartill äfven en tillfällighet gifvit anledning. Han försökte också en stapel och fann, att när en droppe vax stannat på kopparplåten, utfäldes kopparen vid droppens kanter, men icke på vaxet. Härigenom blef det möjligt att efter behag verkställa kopparutfällningen på olika delar af det metalliska underlaget.

*) Se vidare Teknisk Tidskrift, 1890, p. 127.646 GALVANOPLASTIKENS NYAKE FKAMSTEG.

Ehuru Jacobi och Spencer båda självständigt och nära samtidigt uppfunno galvanoplastiken, är dock den förstnämnde att anse såsom den egentlige uppfinnaren, icke blott därför att han först offentliggjorde de resultat, hvartill han kommit, utan äfven därför att dessa voro fullständigare än Spencers. Af särskild vigt är Jacobis iakttagelse, att utfällningen kan försiggå, icke blott uti själfva stapeln, utan jämväl i ett utanför denna varande kärl. Han iakttog, att det i sådant fall icke är behöfligt att tillsätta kristaller af kopparvitriol för att bibehålla badet mättadt, utan att detta kan ske därigenom, att man använder såsom positiv elektrod en kopparplåt, hvilken då upplöses i badet, på samma gång den negativa elektroden betäckes med utfäld koppar. Denna metod har i synnerhet blifvit af stor vigt för behandlingen af de ädla metallerna, för hvilka man såsom positiv elektrod begagnar en plåt af den metall, som ur badet utfälles.

Sedan dess har galvanoplastiken vunnit en ofantligt vidsträckt tillämpning. Den har blifvit använd för utfällning af en mängd metaller samt till och med af dessas legeringar. Man får dock icke föreställa sig, att detta lika lätt låter utföra sig för dem alla. Por flera metaller har det förorsakat stora svårigheter att utfinna passande lösningar samt de lämpligaste vilkor i öfrigt för att några tekniskt vigtiga resultat skola uppnås. Metallutfällningen, sådan den erhålles i det elektrolytiska badet, bildar nämligen ingalunda alltid en sammanhängande massa. Flera metaller utfällas endast såsom ett pulver. En mängd regler äro angifna för de särskilda metallernas behandling i detta hänseende. Yi kunna naturligtvis här endast lemna en allmän öfversikt af de förnämsta framsteg, som denna gren af elektricitetsläran gjort under de senare åren, hänvisande till specialarbeten *) för de praktiska detaljerna af ämnet, hvilket för öfrigt i flera hänseenden står närmare kemien än fysiken.

Bland de flera olikartade tillämpningar man gjort af galvanoplastiken, äro de följande af den största betydelsen:

1) Utfällning af koppar och andra metaller i formar, så att sammanhängande lager med bestämd form erhållas, af tillräcklig styrka att blifva beståndande för sig själfva, äfven om formen aflägsnas (galvanoplastik i inskränktare betydelse). Kärl,

*) Vi anföra bland dessa: Sprague, Electricity;

Göre, The art of electrolytic separation of metals; Fontaine, Electrolyse;

Langbein, Handbuch der galvanischen Metallniederschläge; Pfanhauser, Die Galvanisieren von Metallen; Vogel & Rössing, Handbuch der Elektrochemie und Elektrometallurgie.ELEKTRICITETSKÄLLOR FÖR GALVANOPLASTISKA ARBETEN. 647

byster, ornament, aftryck af medaljer och mynt m. m. kunna på så sätt åstadkommas.

2) Utfällning af ett tunt metallskikte på en annan metall, antingen för att pryda denna eller skydda den mot luftens ^ller andra ämnens inverkan eller för nötning (galvanostegie). Hit höra galvanisk försilfring, förgyllning, förnickling m. m., äfvensom järnets utfällning på kopparclichéer för att vid tryckningen förminska nötningen.

3) Utfällning af metaller för att framställa dessa i rent tillstånd. Detta sätt för en metalls rening eller t. o. m. för dess framställning direkt ur malmen är numera i vidsträckt skala begagnadt vid kopparens bearbetning. Det har redan erhållit stor industriel vigt, enär möjligast ren koppar är det bästa material för ledningarna till den otaliga mängd elektriska apparater af olika slag, som numera spela en så vigtig rol inom tekniken. Äfven for vissa andra metaller har det vunnit praktisk tillämpning.

33O. Elektricitetskällor för galvanoplastiska arbeten. - Det förnämsta framsteg, som denna gren af den tillämpade elektricitetsläran gjort under de senaste årtiondena, torde vara användandet af maskiner för, alstrande af de strömmar, som för utfällningen erfordras. Därigenom har arbetet i flera hänseenden underlättats och blifvit mindre kostsamt. Men naturligtvis kan man icke göra bruk af maskiner vid andra tillfällen, än när en stor mängd elektricitet tages i anspråk, d. v. s. för fabriksmässiga galvaniska utfällningsarbeten samt när den behöfliga drifkraften kan erhållas. Under andra förhållanden får man begagna galvaniska eller termoelektriska staplar. Äfven accumulatorer har man börjat använda för detta ändamål.

Af de galvaniska staplarne äro de, hvilka lämna en under längre tid konstant ström, de fördelaktigaste, och de många konstanta element, som vi i tredje kapitlet beskrifvit, lemna i detta hänseende rikligt tillfälle till val. Stapelns elektromotoriska kraft bör icke vara större än behöfligt. I hvarje särskildt fall är en viss elektromotorisk kraft den mest passande: använder man mindre, erhålles antingen ingen fällning eller ock sker denna allt for långsamt; är den elektromotoriska kraften större än behöfligt, förorsakas onödig kostnad, hvarjämte arbetet ofta blifver sämre. Den minsta elektromotoriska kraft, som erfordras för fällning af koppar, uppgår till 0,5 å l volt, af silfver till 1,5 å 2 volt o. s. v., men är motståndet stort, erfordras större kraft; likaså när man vill erhålla hastig utfällning (se § 327). Antalet element, som behöfvas, kan härigenom bestämmas.648

GALVANOPLASTIKENS NYARE FRAMSTEG.

I flera fall använder man enkla apparater, som icke erfordra någon särskild elektricitetskälla, utan där denna innehålles i själfva apparaten. Fig. 376 och 377 visa anordningen af två sådana, hufvudsakligen afsedda för koppar.

Det första utgöres af ett cylindriskt glaskärl M, i hvilket står ett poröst lerkärl V, innehållande en zinkcylinder Z jämte svafvelsyrehaltigt vatten, likasom vid Daniells element. Lösningen, ur hvilken metallen skall utfällas, finnes i glaskärlet, hvari formarne nedhänga, uppburna af metallringar och stänger. - Fig. 377 visar en större dylik apparat, med två eller fyra porösa lercylindrar V. Lösningen innehålles här i ett fernissadt lerkärl V, hvilket vid sidorna är försedt med reser-voirer Gr, G7, upptagande kristaller af kopparvitriol, om det är koppar som utfälles. Genom öppningar i kärlets sidoväggar stå reservoirerna i förbindelse med kärlet, så att lösningen på,

FIG. 376 och 377.

detta sätt kan hållas mättad. I lercylindrarna V finnas zink-skifvor jämte syrehaltigt vatten. Skifvorna uppbäras af en-metallstång Z. Denna jämte två därmed parallela, dylika stänger T, T' hvila på de horisontala metallstängerna L, L'. Eormarne uppbäras af stängerna T, T'. - I båda de nu omnämnda apparaterna går strömmen från zinken genom de porösa kärlen till formarne och därifrån genom den metalliska ledningen tillbaka till zinken. Härvid utfälles kopparen på formarne, och i stället upplösas småningom de kristaller, som äro satta i beröring med vätskan.

De senare åren har man ganska mycket gjort bruk af åe termoelektriska staplarne för galvanoplastiska arbeten. Särskildt äro Noés, Clamonds och Giilchers i §§ 107, 108 och 109 beskrifna apparater lämpliga för detta ändamål. De äro ganska passande för att tåga afgjutningar utaf clichéer, och i allmänhet för tillfälliga arbeten, emedan de lätt kunna sättas i och ur verksamhet.MASKINERS ANVÄNDANDE INOM GALVANOPLASTIKEN. 649

331. ftrammes försök öfver maskiners användande inom galvanoplastiken. - Ehuru redan Wilde begagnade den af honom uppfunna maskinen för galvanoplastiska arbeten, är det dock Grammes vigtiga uppfinningar man i främsta rummet har att tacka för användandet af maskiner för att alstra den elektricitet, som för galvanoplastiska arbeten erfordras. De första tillämpningar, som han gjorde af sin elek-tricifcetsmaskin, voro just för detta ändamål, och i Christofle & Cis bekanta verkstäder i Paris fick han tillfälle att i stor skala pröfva maskinens användbarhet. Yi skola nu redogöra för några försök och iakttagelser, som Grramme anstalt i detta hänseende.

Till en början ordnades baden i derivation, och maskinerna gåfvos ett mycket ringa motstånd, så att en stor mängd elektricitet med en temlig ringa elektromotorisk kraft erhölls. Sedermera försökte han att anbringa flera bad i följd efter hvarandra uti samma ledning. Det är dessa båda anordningar han jämförde vid sina undersökningar. Han gjorde därvid bruk af kopparsulfat-lösning samt två elektroder af koppar, båda med 16 qv.-dec. yta, hvarvid anoden upplöses under det att på den negativa katoden en lika vigt koppar utfälles. Polarisationen blifver i så fall ytterst ringa (se § 325).

"Vid den första försöksserien ställdes baden i derivation i afseende å hvarandra. Följande tabell angifver de förnämsta resultaten:

Badens Arbete i kilogram-; meter i Utfäld vigt koppar i gram ! antal temperatur - totalt nyttigt j per bad och

timme per kgm. nyttigt arbete vid början vid slutet | G j 11°,7 i 12°,2 , 6,792 ! 4,663 j 1,16 j 1,51

j 9 11 ,0 l 11 ,4 l 6,447 | - j 1,03 j -

j 12 ! 9 ,8 ! 10 ,0 ! 5,934 l 4,263 j 0,60 j 1,66

j 24 | 7 ,6 j 7 ,8 j 6,307 l 4,688 l 0,38 j 1,96

36 l 7 ,6 i 7 ,9 l 5,911 i - l 0,20 ! -

Den andra försöksserien gjordes med ett större eller mindre antal bad, stälda i följd efter hvarandra, ungefär så som elementen i en för tension ordnad stapel. Följande tabell visar förhållandet i detta fall:650

Utfäld vigt koppar i gram ; Elektro-i motorisk \ l kraft i Daniells 1 element

Badens Arbete i kilogram-meter Antal temperatur totalt nyttigt per bad och timme per kgm nyttigt arbete vid : början ; vid ! slutet ; l 9,0 ! 11,0 ! 4,445 l 3,242 l 7,()0 i 2,16 l - i

3 9.9 l 9,9 4,438 j 2,903 l 7,00 ; 7,23 ! 1,3 j

6 9,8 l 10,8 l 5,203 I 3,163 l 6,66 j 12,43 ; 2,5 j

9 9,0 | 9,6 j 4,996 j 2,438 6,42 ; 21,26 l 3,4 ;

12 9,0 l 9,8 J 5,478 j 2,270 5.G6 i 30;00 j 4,2 :

18 12,0 ! 12,6 6,588 j 23ooi 5,00 j 44,57 ! 5,o j

20 12,2 i 12,8 7,548 l 1,562 4,96 l 63,60 ^ 5,6 |

! 24 10,8 11,4 6,753 j 1,394 ! 4,32 j 74,10 j 6,2 l

! 33 12,8 : 13,6 5,754 j 0,868 | 8,75 | 142,85 7,0 j

36 13,8 14,2 6,439 l 1,141 : 3,94 | 124,45 ! 8,0 j

! 45 l 13,0 j 13,6 6,082 ! 1,021 3,20 ! 140,25 j 8,2 l

Det "nyttiga arbetet" är här erhållet genom att från det verkligen använda, draga summan af det for friktionens öfver-vinnande erforderliga samt det som motsvarar värmemängden, utvecklad genom strömmen.

Man kan häraf draga följande slutsatser: När man anbringar baden i derivation, så erhåller man icke stor skilnad i utfäld vigt koppar per kgm. arbete, vare sig man använder ett större eller mindre antal båd, ehuru visserligen nämnda vigt något växer med antalet bad. Om däremot baden ställas i följd efter hvarandra, ökas utfällningen ansenligt, icke blott absolut, utan äfven i förhållande till det arbete man under operationen använder. Det ar sålunda en stor ekonomisk fördel att ställa baden i tension efter hvarandra, i stället för att såsom man förut gjorde anbringa dem i derivation.

Att det arbete, som tages i anspråk vid utfällningen, är jämförelsevis så ringa, beror på att den positiva elektroden upplöses, hvarvid alstras ett arbete, som kompenserar det vid sonderdelningen förbrukade.

. Vid de första maskiner, som Gramme konstruerade för galvanisk utfällning, användes trådar i elektromagneterna samt två ringar, den ena för nämnda magneter, den andra för den yttre ledningen (se § 132). Härigenom erhölls 600 gram silfver per timme, utfälda med begagnande af en hästkraft, d. v. s. 75 kgm. per sekund. Men han förändrade denna anordning och gjorde i stället bruk af maskiner med blott en ring samt där elektromagneten i stället för tråd har ett band af tunn plåt, hvars bredd motsvarar järnkärnans längd. Med denna

maskin behöfver man för att utfälla 600 gram silfver per timme endast 50 kgm. per sekund.

En ganska vigtig omständighet, som man iakttagit vid användandet af maskiner för utfällning, är den omkastning i strömmens riktning, hvilken stundom eger rum. Den härrör af badets polarisation, hvilken äfven om den är ringa

sällan är fullkomligt noll. Om maskinen stannar eller dess hastighet betydligt förminskas, kan en sekundär ström genom polarisationen uppstå, och om den får genomlöpa elektromagneterna, erhålla dessa en magnetisk polaritet, motsatt den ursprungliga. Gifves maskinen sedan normal hastighet, erhålles en ström i motsatt riktning mot den förut alstrade. Verkan af strömmen skulle då blifva helt olika mot hvad som åsyftats. Por att förebygga denna svåra olägenhet, gör man bruk af en i ledningen införd liten elektromagnet, hvarigenom strömmen afbrytes, när den allt för mycket försvagas. Denna elektromagnets ankare attraheras, när strömmen är tillräckligt stark, och därigenom åstadkommes kontakten, men denna upphäfves, då strömmen försvagas till en viss gräns. När maskinen ånyo skall sättas i gång, får strömmen icke genomlöpa badet, förr än den erhållit .en tillräcklig styrka, så att icke någon omkastning till följd af polarisationen är att befara. För den skull slutes till en början en kort ledning från maskinen, genom att trycka på en fjäder, hvilken, när den frigöres, låter strömmen gå genom badet.

Den besparing, som man erhållit genom användandet af maskiner i stället för staplar, är ganska stor. Enligt ett meddelande af Bouilhet till elektricitetskongressen i Paris år 1881, var kostnaden för den elektricitet, som åtgår vid utfällningen ,af ett kilogram silfver, 3,87 francs, när stapel begagnades, men nedgick med Grammes maskin till 0,94 francs, däruti inbegripet jämväl ränta och amortering.

332. Nyare dynamomaskiner for elektrolytiska

arbeten. - Utom Gramme hafva flere ingeniörer sysselsatt sig med konstruktionen af sådana maskiner. Vi hafva redan i § 133, fig. 128 afbildat en dylik maskin från Siemens & Halskes fabrik, hvilken blifvit använd vid Öker i Hartz sedan år 1878. Det inre motståndet är här endast 0,0 o o 75 ohm, den elektromotoriska kraften c:a 3,5 volt och strömstyrkan 1000 .ampere. Oaktadt maskinen starkt upphettas har den under många år dag och natt varit i verksamhet utan att lida skada. Äfven Siemens & Halskes maskiner med vertikala elektromagneter begagnas på några ställen för elektrolytiska arbeten. Brushs maskiner af stora dimensioner äro använda för aluminiums framställning, och vi hafva redan i § 138 omtalat652

FIG. 378.

en sådan maskin. Äfven Edison-Hopkinsons och Oerlikons samt andra maskintyper hafva blifvit tillämpade för samma ändamål. Det är tydligt, att de flesta af de många olika system för likströmsmaskiner, hvilka äro i bruk för elektrisk belysning och kraftöfverföring, kunna modifieras, så att de blifva användbara för elektrolys. I regeln är det här ett ringa inre motstånd och en liten elektromotorisk kraft, ofta mindre än 10 och sällan mer än 50 volt, men däremot en ansenlig strömstyrka, stundom flere tusen ampere, som påkallas. Vanligen är induktorn» motstånd endast 0,0001 till 0;oi ohm.

Det kan vara af nytta vid åtskilliga tillfällen, att taga ström från samma* maskin vid olika spänning. Man kan då använda ett af Sayers uppfunnet enkelt medel. Polytorna utskäras nämligen på sätt fig. 378 antyder, hvarigenom åtskilliga neutralpunkter vid kollektorn uppstå, där borstarne kunna anbringas utan att gnistbildning eger ruin. Så t. ex. vid en maskin, som mellan de vanliga borstarne lämnar 10 volt, kan man med

tillhjälp af en tredje borste uttaga 7^ volt till förnicklings- och 21 volt till försilfringsarbeten,

333. Be elektrolytiska baden. - Angående beskaffenheten af de lösningar, som man för olika metallers utfällning använder, behöfva vi här icke vidlyftigt uppehålla oss, utan kunna vi i detta fall hänvisa till de galvanoplastiken afhandlande handböckerna (se § 329), som jämväl lämna upplysningar angående de mångahanda praktiska försigtighetsmått man har att iakttaga för att erhålla en tillfredsställande utfällning. Yi inskränka oss i detta hänseende till några få anmärkningar. De i praktiken för kopparens utfällning använda lösningar äro vanligen bildade af kopparvitriol, men visserligen på olika sätt behandlade. Sålunda uppgifves det, att vid Christofles fabrik företrädesvis användes kopparsulfat, kopparvitriol, erhållen från verkstäder, hvilka rena silfver och guld. Lösningen beredes genom att i vatten upplösa hela den mängd af saltet, som det vid vanlig temperatur kan upptaga, hvarefter badet göres ledande genom att tillsätta en hundradedel af dess volym svafvelsyra. Efter förloppet af någon tid kristalliserar en del af kopparvitriolen vid kärlets botten, och då tillsättes en tusendel af

badets volym salpetersyra, hvarefter

lösningen är färdig till användande. - En annan f öreskrift är: kopparsulfat 100 liter vid 18° Beaumé samt ren svafvelsyra 1,5 å 2 liter vid 66° B. Af de flera olika lösningar, som man har för silfver och gulds utfällning, uppgifves de bästa vara de som erhållas genom att upplösa cyansilfver eller cyanguld i en lösning af cyankalium. Exempelvis må nämnas ett vid vanlig försilfring ofta användt bad: salpetersyrad silfveroxid 150 gr., cyankalium 250 gr. samt destillerad t vatten 10 liter, hvarjämte, om den hvita fällningen, som uppstår vid det lösta silfversaltets blandning med cyankaliumlösningen, icke upplöses, koncentrerad cyankaliumlösning tillsattes under fortfarande omröring. - För förgyllning kan användas 200 gram rent cyankalium, 100 gr. guld, löst såsom guldklorid i 2 liter vatten, samt 8 liter destilleradt vatten. I vissa fall anbringas först ett tunt öfverdrag af koppar såsom underlag för den ädla metallen. För att göra Silfrets yta glänsande användes en ytterst ringa tillsats af kolsvafla till badet.

För utfällning af koppar använder man ofta enkla apparater, i hvilka strömmen frambringas i själfva kärlet, där sönder-delningen försiggår. Fig. 376 och 377 (p. 648) visa två dylika apparater af mindre storlek. Erfordras mycket stora dimensioner kan man göra bruk af kärl, bildade af furuplank samt inuti klädda med guttapercha eller ebonit. Eljest kan man bilda en grop i marken samt bekläda dess ytor med tegel och -cement. Försilfring verkställes ofta i järnkärl, bildade af hop-nitade järnplåtar, t. ex. l å 2 m. långa, 60 cm. breda och 80 om. höga, inuti beklädda t. ex. med cement. Tre kopparstänger af vid pass l cm. diameter läggas parallelt med längden, två närmare hvar sin af kanterna, en vid midten. Vid den sistnämnda Upphänges den som anod tjänande metallplåten; vid de förstnämnda på regelbundet afstånd de föremål, som skola öfverdragas. Man kan upphänga anodplåtarne med breda plåtstrimlor af samma metall, hvilka fastnitas därvid och omböjas kring stången. Vid större bad kan man äfven använda särskilda anodklämmor. Formarne äro antingen ledande eller oledande. De förra göras af koppar, bly, smältbara legeringar etc. och kunna omedelbart införas i badet. De oledande for-marne äro af vax, stearin, gips, gelatin, guttapercha etc., och deras yta måste göras ledande innan användandet. Detta sker genom ingnidning med grafit eller genom att öfverdraga ytan med en lösning af salpetersyrad silfveroxid i alkohol, hvarefter den behandlas med svafvelväte eller utsättes för solljusets direkta inverkan eller på annat sätt reduceras. Man kan med fördel begagna en grafiteringsmaskin, som utgöres af en roterande metallskifva med ett antal hål för formarnes upptagande; grafiten påtöres medelst mjuka borstar.

Efter denna hastiga öfverblick af det galvanoplastiska förfaringssättet, skola vi taga i närmare betraktande några nyare arbetsmetoder, som härmed stå i samband.

334. Förkoppring af järn. - Redan år 1863 erhöll Weil i Paris patent i Frankrike å ett af honom uppfunnet sätt att galvanoplastiskt bekläda föremål af gjutet eller smidt järn och stål med koppar, i ändamål såväl att skydda dem för luftens inverkan som ock för utseendets skull. Detta förfaringssätt har undergått åtskilliga modifikationer samt är numera i icke ringa skala användt i flera länder, och elektricitetsutställningen i Fam företedde ganska vackra alster däraf. Sålunda behandlade järnarbeten hafva under ett stort antal år, utan någon reparation, uthärdat väderlekens växlingar, hvarjämte utfällningens jämnhet gifver däråt bronsarbetens konstnärliga värde. För kandelabrar, afsedda till den allmänna belysningen i stora städer, hafva sådana arbeten visat sig särdeles passande.

Vid det vanliga sättet för galvanoplastisk öfverdragning af järn med koppar gör man bruk af alkaliska bad, innehållande kopparsulfat, ammoniak och cyankalium. Det sistnämnda ämnet är dock både kostsamt och farligt. Weil har därför i stället begagnat alkaliskt-organiska bad, antingen med en organisk syra, såsom vinsyra, oxalsyra etc., eller glycerin i stället för cyankalium. Detta medför den fördel, att badet själf rengör järnets yta, innan kopparen utfälles på denna. Förkoppringen utföres af Weil på tre olika sätt. Enligt det ena nedsänkes föremålet i vätskan under det att det står i beröring med zinktrådar. Förkoppringen börjar genast, men erfordrar allt efter badets och föremålens beskaffenhet en tid från några minuter till några timmar för att vara tillfyllestgörande.

Det andra sättet, hvilket användes för kandelabrars för-koppring, består i att i det kärl, som upptager badet och järnföremålen, anbringa porösa lerkärl, innehållande en lut af kau-stik soda jämte zinkskifvor, hvilka sättas i förbindelse med nämnda föremål genom en grof koppartråd. Denna lut begagnas fortfarande, emedan den, då mättning är nära att inträda, regenereras med svafvelnatrium. Förkoppringen på detta sätt erfordrar blott föga tid.

Ett tredje sätt är att med användande af"alkaliskt-orga-niska bad verkställa utfällningen medelst en dynamo-elektrisk maskin. Man har då i sin makt att göra kopparlagrets tjocklek större eller mindre efter hvad som påkallas. Baden bibehållas verksamma genom att kopparoxid tillsättes tid efter annan.

Vid "Societé Val-d'0sne" verkstäder har man användt en något olika metod. I stället för att Weil gör bruk af ett starkt alkaliseradt kopparsulfatbad med tillsats af en organisk

syra för att hindra kopparoxidens utfällning, ersattes detta med en sur lösning af ett dubbelsalt med organisk syra samt koppar och ett alkali, hvilket som helst.

335. Utfällningen af nickel. - Af stort värde är användandet af nickel för flera ändamål, till hvilka Silfret förut företrädesvis blifvit begagnadt. Nickeln antager en vacker polityr af blåaktig färgskiftning, och till följd af metallens hårdhet bibehåller den sin glans längre än Silfret gör. Den angripes icke af svafvelväte såsom Silfret och svärtas därför icke af kolrök eller lysgas, hvilket vid flera tillfällen gör den synnerligen lämplig att använda. Men den motstår ej syror, hvarför den icke bör begagnas vid föremål, utsatta för dessas inverkan. Däremot gör man ofta brak däraf icke blott för öfverdrag till en mängd husgerådsartiklar, utan ock för åtskilliga maskin- och byggnadsdelar, för skalor och vigter m. m. Hela ångmaskiner har man på detta sätt förnicklat, och delar af stora sjömaskiner och lokomotiv har man sålunda behandlat.

Nickel kan utfällas ur flera olika slags lösningar, men svårigheten ligger här icke så mycket i lösningens beskaffenhet, utan snarare i själfva operationen. Metallens utfällning åtföljes alltid af en ansenlig utveckling af väte, hvarigenom dels effektförlust uppstår, dels metallen utfälles porös eller i lösa lager. Por att förekomma detta, bör lösningen vara stark, hvarjämte strömstyrkan bör väl afpassas. Till en början behöfver denna vara temligen stor," men så snart ett sammanhängande öfverdrag erhållits, bör den betydligt reduceras. Lösningen bör hållas neutral eller i någon mån alkalisk genom tillsats af ammoniak. Sprague, som lemnat ofvanstående föreskrifter angående nickelutfällning, rekommenderar för fabriksmässigt arbete följande anordning: Det kärl, i hvilket utfällningen försiggår, innehåller 70 gallons*) af vätskan, som utgöres af dubbelsulfat af nickel och ammonium, upplöst f skålpund per gallon; det är ett träkärl, beklädt med asfaltcement, 5^ fot långt, 2 fot bredt och 14 tum djupt (eng. mått). Batteriet innehåller 10 gallons af mycket utspädd svafvel syra samt sex amal-gamerade zinkskifvor, med 90 qv.-tums yta hvardera samt sex lika stora kolskifvor. Vid pass 6 qv.-tum af anodytan användes per gallons af lösningen, och denna yta bör alltid vara större än den som skall öfvertäckas med metallen.

Äfven vid Christofles galvanoplastiska fabrik i Paris gör man bruk af neutrala eller mycket svagt ammoniakaliska bad, liknande dem som Ruolte och Secquerel redan år 1842 au-gåfvo. I ett år 1868 af Adams i Amerika erhållet patent för

*) l gallon = 4,542 liter.

förnickling, förklarade han operationens framgång beroende af frånvaron af de minsta spår af kali eller natron. Bouilhet framhöll däremot i sin vid elektricitetskongressen i Paris år 1881 meddelade redogörelse för arbetsmetoderna vid nyssnämnda fabrik, att man därstädes erhållit ganska goda resultat med användande af ammoniakaliska bad, innehållande kali eller natronsalter, men förhållandet är härvid följande:

Nickelutfällningen blifver icke vacker och varaktig, om den ej eger ram i ett neutralt eller nära neutralt bad.

Finnes ammoniak i fritt tillstånd närvarande, blifver metallen spröd och gråaktig; undviker man däremot att frigöra den, blifver utfällningen vacker och homogen. Närvaron af fritt natron eller kali åstadkommer liknande verkan, men såsom neutralt salt äro de utan inflytande.

Bouilhet angifver, att det bästa bad för nickelutfällning är ett neutralt bad af dubbelsulfat af nickel och ammonium, således detsamma som Sprague rekommenderat, hvarjämte man ständigt bör under operationen öfvertyga sig om badets neutrala beskaffenhet. Han anmärker jämväl, att det icke är genom att använda nya eller bättre lösningar, som nickelindustrien vunnit sådan framgång, utan genom att såsom elektricitets-källa göra bruk af dynamomaskiner, hvilka lämna en mer konstant och långt mindre kostsam ström än de galvaniska staplarne. Det är uppenbart, att just för de metaller, hvilkas materialkostnad icke är så hög som de ädla metallernas, såsom järn, koppar, tenn och nickel, den genom maskiners användande föranledda förminskningen i arbetskostnader är af den största betydelsen.

Ett i Norra Amerika ofta användt nickelbad, hvilket uppgifves lämna en ganska tät fällning och fordrar minst 2 volt spänning, är sammansatt af 725 gr. svafvelsyrad nickeloxidul-ammoniak, 225 gr. svafvelsyrad ammoniak, 50 gr. kristalliserad citronsyra samt 10 liter vatten.

Ett väsentligt framsteg i fråga om nickelutfällningen är, att man lyckats åstadkomma icke blott förnickling, d. v. s. ett tunt öfverdrag af nickel på en annan metall, utan en verklig nickelns galvanoplastik, så att tjocka lager däraf kunna erhållas i vissa fall öfverstigande en millimeter. För framställning af clichéer och reproduktionen af konstverk synes detta öppna en ny väg, som lofvar mycket för framtiden. I främsta rummet må nämnas, att den bibehåller hos afgjutningen formens hela finhet. Man kan åt nickelöfverdraget gifva en betydligt mindre tjocklek än åt koppar, enär dess styrka är omkring tre gånger större; vigten af ett sådant nickellager kan äfven med samma hållfasthet blifva väsentligt mindre än kopparens. Man kan äfven, om man så vill, förstärka nickellagret med en koppar-

utfällning för att gifva det en önskad tjocklek. Det är på så sätt, och med användande af amraoniakaliska bad, som man vid Christofles fabrik ersatt clichéernas s. k. stålning eller öfver-dragnipg med ett tunt på galvanisk väg utfäldt järnlager, med direkt återgifvande af gravyren genom nickelns galvanoplastik. Clichéerna erhållas genom att först taga en form af gutta-percha, på hvilken ett nickellager utfälles, hvilket sedan förstärkes genom koppar och monteras på samma sätt som de vanliga galvanoplastiska clichéerna.

För tryckningen af postmärken, banksedlar, aktier och obligationer m. m., där ett mycket stort antal exemplar erfordras, är detta sätt för clichéernas framställning af högt värde. Men nästan ännu mera gäller detta för kromotypografier, enär färgerna angripa och förderfva clichéerna, om dessa äro utaf koppar, men icke då de äro af nickel.

Krilss i Munchen har vid sina undersökningar öfver nickel-utfällning kommit till det resultat, att nickel icke är ett enkelt ämne, utan en legering af två metaller, af hvilka den ena ingår till 98 proc. däri och förhåller sig såsom det man kallar nickel, men är vackrare och mera silfverliknande, under det den andra beståndsdelen af 2 proc. har helt andra egenskaper. Den förstnämnda metallen skulle vara särdeles lämplig för galvanoplastiska ändamål.

Det bör anmärkas, att man försökt ersätta nickel med kobolt för galvanisk utfällning på koppar, mässing o. s. v. Kobolten är hvitare och mindre hård samt kan därför poleras, hvarjämte dess utfällning sker hastigare. Man kan härför använda ett dubbelsulfat af kobolt och ammoniak.

336. Statygjutning medelst galvanoplastik. - Vi

meddela, efter den förut omtalade redogörelse, som chefen för Christofles galvanoplastiska verkstad, Bouilhet, lämnat, några uppgifter, angående galvanoplastiken tillämpning för Statygjutning.

Vid de första försöken, som man anstälde i detta syfte, användes formar af gips eller gelatin, men den galvanoplastiska Statygjutningen blef icke egentligen, industriel, förr än gutta-perchan införts i Europa och det blifvit möjligt erhålla formar af hvilka dimensioner som helst samt oföränderliga i såväl alkaliska som sura lösningar. Emellertid användes den endast för återgifvande af bas-reliefs, och för vaser, byster, statyer m. fl. föremål i helupphöjdt arbete fick man operera med en serie aftryck i bas-relief, hvilka genom lödning förenades, för att bilda föremålet. Man försökte visserligen att omedelbart åstadkomma detta medelst utfällning ur ett kopparbad, genom att förena de båda hälfterna af formen och i dess inre

anbringa en därefter ungefärligen bildad anod af koppar. Men detta hade blott en tämligen ringa framgång och användes ej vidare, sedan gasmaskinens uppfinnare, Lenoir, kommit på den tanken att ersätta den lösliga anoden med en olöslig .sådan, nämligen platinatråd, hvilken bibehöll strömmens styrka oförsvagad. Lenoir gick till väga på följande sätt: Han uppsatte en stomme af platinatråd, hvilken angaf de vexlande formerna hos det föremål, som skulle afbildas. Det var ett slags skelett, som på så sätt bildades. De yttersta trådarne förenades sinsemellan och passerade genom ett litet glasrör för att isoleras från guttaperchaformen. Det är nödvändigt att lämna en öppning upptill för att gifva den kring platinatråden utvecklade syrgasen tillfälle att bortgå. Likaså lämnas en öppning nedtill, på det att lösningen må kunna ombytas, ty eljest skulle utfällningen snart afstanna. Den så anordnade slutna formen sattes vid negativa polen till stapeln i en sammansatt galvano-plastisk apparat, under det att platinatrådarne förenades med den positiva polen. För att gjuta en byst på detta sätt åtgick 20 å 25 dygn, och den förorsakade kostnaden var ganska stor. Metoden användes likväl någon tid, oaktadt olägenheterna.

Gaston Planté, hvilkens vigtiga upptäckt angående blyets synnerliga lämplighet för konstruktionen af sekundära staplar vi förut anfört, blef då anstäld vid Christofles fabrik såsom kemist och elektriker. Han ersatte äfven här platinan med bly, och genom fortsatta sträfvanden blef han slutligen i stånd att återgifva i helupphöjdt arbete statyer med de finaste och mest invecklade detaljer. Med blyet vann man alla fördelar, som man med platinan erhållit, men utan någon af dess olägenheter. Metallens måttliga kostnad, dess formbarhet och oföränderlighet i baden gör den synnerligt användbar för detta

Man använder blyet på det sätt, att i det inre af formen anbringas efter denna afpassade kärnor af blyplåtar, hvilka äro försedda med hål för att medgifva vätskans cirkulation och som genom isolerade stöd qvarhållas i bestämda lägen. Härigenom erhålles en stor noggrannhet vid utfällningen, ty hvarje punkt af formen hålles på ett konstant afstånd från den ledande kärnan. Blyplåtarne förenas vid den positiva polen på samma sätt som platinatrådar ne enligt Lenoirs förfaringssätt. Blyet betäckes med ett tunt oxiderad t lager, och därstädes försiggår syreutvecklingen, men det angripes ej vidare. - Lösningen ombytes många gånger under det arbetet pågår. Så t. ex. har vid en på detta sätt utfäld kopparkula af omkring 1,5 liters volym och 1,7 kilograms vigt, kopparsulfatlösningen tjugu gånger blifvit ombytt, då halten koppar var 60 gram per liter. Det är genom rörelsen, åstadkommen genom gasutvecklingen i

den öfre delen, som detta ombyte eger rum med ganska stor regelbundenhet.

Detta förfaringssätt är med framgång tillämpadt vid flera stora monumentala statyer.

33V. Elektrolytisk tillverkning af kopparrör. -

En af de intressantaste bland de nya tillämpningarna af galvanoplastiken är den af Elmore uppfunna metoden för tillverkning af kopparrör på elektrolytisk väg. Detta är af ganska stor betydelse i praktiskt hänseende, emedan erfarenheten visat, att de vanliga kopparrören med lödda fogar blifva otillförlitliga vid höga temperaturer. Det nya förfaringssättet i dess ursprungliga form består i användande af en cylindrisk dorn, som roterar i ett bad med kopparsulfatlösning och är omgifven med kopparstänger (se fig. 379). Dessa äro i förening med en

FIG. 379.

dynamomaskins positiva pol, hvaremot dornen står i förbindelse med den negativa polen. Kopparen utfälles på dornen, och när lagret erhållit den önskade tjockleken, uttages dornen och röret afdrages. Men för att gifva kopparen tillräcklig seghet och böjlighet, måste ett konstgrepp användas under metallens utfällning. Rörets yta strykes nämligen längs efter genom ett polerstycke af agat, hvilket lätt tryckes mot rörytan och förflyttas *så hastigt, att hela ytan på så sätt gnides, det ena skiktet efter det andra. Kopparens föroreningar falla till kärlets botten, så att metallen på samma gång renas.

Man kan äfven tillverka trådar af de sålunda erhållna kopparrören genom att de sönderskäras i spiralform,

hvarefter remsorna behandlas i dragskifva. Specifika motståndet för den

på så sätt tillverkade kopparträden uppgifves vara endast 1,573 mikrohm per cm. och qv.-cm. (jämför tabellen sid. 84).

Yi skola något närmare redogöra för en i Leeds varande fabrik af detta slag. Här användas fyra Edisons dynamos, hvardera för 750 ampere och 50 volt vid 450 hvarf i minuten. Såsom material gör man bruk af råkoppar i stänger från Chile, hvilken icke raffineras, men som smältes och kastas i vatten för att erhållas i granuleradt tillstånd, då den är lämpligare såsom anod. Utfällningen sker i 60 kärl, vanligen 3,66 m. långa, 0,45 å 0,61 m. breda och 0,91 m. djupa, men äfven större kärl finnas, så att cylindrar ända till 1,22 m. diameter kunna tillverkas. Kärlen äro af trä med en inre bituminös beklädnad samt innehålla en lösning af kopparsulfat i vatten, med en ringa tillsats af svafvelsyra. Domen, som är svarfvad af gjutjärn, anbringas horisontalt i badet med ändarne hvilande i lager. Den har förut på vanligt sätt blifvit beklädd med ett tunt skikte af koppar. Rotationsrörelsen meddelas genom en utvexling. Den granulerade kopparen anbringas i ett med många fina hål försedt kärl vid badets botten. Ett till tre rör anbringas i samma bad. Polerstycket tryckes mot röret med elastiska band och framskjutes för hvarje hvarf af domen en längd lika med styckets egen längd. Blott ^ hästkraft tages i anspråk för dessa rörelser och användes en särskild liten ångmaskin af 6 hk. för samtliga apparaternas drift. Det erfordras en veckas tid för utfällning af ett 3 mm. tjock lager, oberoende af diametern. Potentialförlusten för hvarje kärl uppgår vanligen till 0,9 volt och strömstyrkan till 129 å 215 ampere per qv.-m.

Eör att aflägsna röret från domen användes en särskild maskin, och med en annan maskin afskäras rörändarne.

Fabriken garanterar 31,5 kg. hållfasthet per qv.-mm. och 15 proc. förlängning, men försöken visa långt större styrka hos metallen.

I flera länder äro dylika fabriker anlagda.

338. Utfällning af legeringar. - Såsom vi redan i § 321 antydt, kan man samtidigt ur en lösning, innehållande flera salter, utfälla två eller flera metaller. Så t. ex. kunna koppar, silfver och guld erhållas såsom legeringar utur dessa metallers cyanidlösningar. Genom att blanda passande lösningar af koppar och zink eller koppar och tenn, kan man utfälla mässing eller brons elektrolytiskt. Stundom utfällas legeringar genom att den afsätta metallen förenar sig med katodens metall; så t. ex. lämnar qvicksilfver vid galvanisk utfällning på koppar en legering.

Bland de nyare tillämpningar, som man gjort af elektrolytiskt framstälda legeringar, skola vi anföra den s. k. "arcas"-platineringen. Till en början användes härför silfver, med omkring 10 proc. zink, hvilken tillsats gifver Silfrets yta mera motstånd mot främmande ämnens inflytande. Numera begagnas i stället sifver, legeradt med kadmium eller med zink och kadmium. Af den sistnämnda metallen användes 25 å 35 proc., ehuru i flera fall en större proportion däraf kan tagas. Badet beredes genom att upplösa kadmiumcyanid i en lösning af kalium cyanid samt tillsätta en liten qvantitet af kalium- och silfver-dubbelcyanid. Anoden utgöres af en legering med ungefär lika sammansättning som den önskade fällningen. Badet användes kallt, och elektroderna hållas i rörelse för att hindra afsättningen i lager af olika täthet. For den skull äro de anbragta på ramar, hvilka med excentermekanism gifvas rörelse såväl i horisontal som vertikal riktning. Utfällningen sker antingen på hvita metallegeringar eller på järn med lor-kopprad yta.

339. Färgade metallutfällningar. - Af ganska stort intresse i tekniskt och konstnärligt hänseende äro de med elektricitetens tillhjälp erhållna färgade metallutfällningarna, som medgifva att för jämförelsevis billigt pris utföra arbeten i metall, täflande med de dyrbara konstnärliga färgade metallarbetena från Ludvig den sextondes tid samt med de berömda japanska bronserna i olika färger. Äfven här är det fråga om en tillämpning af flera metallers samtidiga utfällning. Vi skola meddela några uppgifter häröfver.

Genom att blanda lösningar af koppar och guld eller af silfver och guld, erhåller man utfäldt rödt guld, rosenfärgadt guld, grönt guld o. s. v. För att kunna erhålla grönfärgadt guld meddelas följande föreskrift: Uti ett

vanligt galvaniskt guldbad, innehållande 5 till 6 gram guld per liter, får en elektrisk ström under flera timmar verka, hvarvid anoden utgöres af en skifva rent silfver. När den metall, som afsätter sig vid den negativa elektroden, har antagit den gröna färgskiftning, som åstundas, afstannar operationen, och man ersätter silfver-anoden med en af grönt guld. Samma bad kan fortfarande användas. På liknande sätt erhålles rödt guld. Man inför då i det vanliga guldbadet en kopparskifva, som man ersätter med en legerad guldskifva, så snart effekten blifvit uppnådd.

För att visa huru olika badets och den erhållna legeringens halt af de särskilda metallerna kan vara, må nämnas, att då det gröna guldet är sammansatt af § rent guld och J silfver, det bad, ur hvilket det utfälles, tvärt om innehåller ^ guld och |- silfver.

På samma sätt erhållas de bronser, som galvaniskt utfällas å ytan af de föremål, hvilka skola därmed prydas. De kunna gifvas flera olika fårger, samt antaga till och med en större mångfald af färgskiftningar än gjuten brons. Dessutom äro dessa färger ganska varaktiga, oaktadt de blott härröra af ett tunt öfverdrag på ytan. Man kan äfven utfalla tjockare lager och erhålla med elektricitetens tillhjälp verkliga inkrustationer af guld eller silfver i bronsen eller tvärt om af koppar eller brons i en ädel metall.

En af de metoder, som för den skull begagnas, är följande: Mönstret, som sedan skall utföras i silfver eller guld, framställes "å la gouacheu på föremålet, som skall inkrusteras. Medelst en fernissa, hvilken hvarken får angripas af syror eller alkalier, betäcker man de icke med färg öfverdragna delarne, och föremålet nedföres i ett ganska svagt salpetersyrebad och sättes i förbindelse med elektricitetskällans positiva pol. Blysaltet, som ingår i färgen, upplöses och metallen angripes. När detta egt rum till ett tillräckligt djup, för man föremålet, sedan det blifvit väl rensköljdt, i ett galvaniskt kallt guld- eller silfverbad af ringa täthet. Den ädla metallen utfälles och afsätter sig i de genom salpetersyran alstrade fördjupningarna. Sedan dessa blifvit fylda, får operationen afstanna. Fernissan borttages, och föremålet poleras.

Nyligen har man börjat begagna sig af det sedan lång tid tillbaka kända elektrokemiska fenomenet "Nobilis ringaru för att frambringa färgade metallutfällningar. Dessa ringar erhållas på en stor platinaelektrod, som nedsänkes i en koncentrerad och filtrerad blysockerlösning och förenas med en galvanisk stapels ena pol, under det den andra polen förenas med en elektrod af platinatråd. På platinans yta alstras snart koncentriska ringar i regnbågens färger, om den förstnämnda elektroden anbringas horisontalt och tråden vertikalt däröfver. Flera andra salter äfvensom flera andra elektroder, t. ex. nysilfver, förnicklad koppar, men i synnerhet poleradt stål, hafva sedermera funnits lämpliga. Det är detta på ljusets interferens, likasom Newtons färgringar beroende fenomen, som man inom den mindre industrien i Frankrike begagnat sig af, t. ex. för prydnad af små föremål, såsom knappar, etuier och metalldosor, leksaker o. s. v. Den merendels använda lösningen erhålles genom att upplösa 200 gr. kaustiskt kali i 2,25 liter destilleradt vatten samt tillsätta 150 gram blyglete, hvarefter vätskan kokas en half timme och får hvila. Den dekanteras sedermera och utspädes slutligen med en lika stor volym vatten.

Med tillhjälp af elektroder af passande form kan man på metallytor erhålla flera olika prydnader. En fin tråd i form

af en bokstaf eller en figur, hvilken som hälst, kan på plåtens yta frambringa en liknande afbildning. Man kan fördenskull använda en böjd, med guttapercha beklädd tråd, från hvilken en del af isoleringen borttages, men så att tråden med isoleringen kan hvila på plåten, Fig. 380 lämnar begrepp om

FIG. 380.

dylika anoders form. Man kan äfven göra bruk af ett kopparbleck, som utskäres efter den önskade teckningen och något böjes, så att afståndet till plåten blir olika vid olika ställen, eller ock lägga en utskuren kartongskifva på plåten och därpå ett kopparbleck, något öfver skifvan.

34O. Elektrolytisk framställning af koppar, direkt ur malmen* - Af stort intresse i tekniskt hänseende äro de försök man anställt att med elektricitetens tillhjälp direkt framställa koppar ur malmen. Sedan flera årtionden

tillbaka har man vid grufvor, där vattnet upptagit kopparsalter, utfällt metallen genom att i vätskan nedsänka järnskrot. Secqiterel gjorde sedermera vidsträckta försök att direkt framställa såväl koppar som silfver och bly direkt från malmen. För kopparen försiggick detta på så sätt, att malmen först rostades och sedan upplöstes i vatten och underkastades elektrolys.

Flera olika förfaringssätt, förnämligast grundade på Bec-querels nyssnämnda försök, äro bekantgjorda. Särskildt må anföras Marcheses år 1882 i Tyskland patenterade metod, hvilken flerestädes blifvit i stor skala tillämpad,' särskildt vid Casarza nära Genua och vid Stolberg i Preussen. Mineralet anbragtes såsom anod, antingen i korgar, som nedsänktes i lösningen, eller uppå hyllor, utskjutande från en kolskifva. Katoden utgöres af en kopparplåt. Man försökte äfven hoppressa malmen i metallformar och att använda de så erhållna skifvorna såsom anoder. Men det visade sig nödvändigt att först smälta malmen för att förminska halten af oledande ämnen i densamma

samt att gjuta den i form af skifvor för att få den mera tät. Det är på detta sätt metoden tillämpas vid Casarza, där två ton koppar på dag framställas. Här begagnas 2 serier dynamos, hvardera serien med 10 maskiner i följd. Man erhåller vid ett yttre motstånd af 0,0625 ohm en strömstyrka af 240 ampere och 15 volt potentialskilnad. 12 bad finnas, hvilka äro anbragta i följd. Såsom motorer begagnas tre turbiner, två pä 50 hk. hvardera och en på 75 hk.

Yid elektricitetsutställningen i Frankfurt a. M. 1891 hade Siemens & Halske utställt en serie apparater, med hvilka koppar framställdes direkt ur malmen på elektrolytisk väg. Alla smältningsprocesser bortfalla; huruvida äfven röstning kan underlåtas beror på malmens egenskaper. Det betecknande för denna metod är hufvudsakligen användandet af en lut, som är i stånd att upplösa malmen, hvarefter kopparen utfälles och på samma gång regenereras luten. Denna utgöres väsentligen af en lösning utaf järnoxidsulfat i vatten. Vid kopparutfällningen förvandlas den genom järnsaltets reduktion erhållna järnoxidul-sulfaten åter till järnoxidsulfat. Samma lut kan därför användas vid en följd af arbetsprocesser. Huru de särskilda operationerna

FIG. 381.

nnder en sådan process försiggå åskådliggöres af fig. 381. Här betecknar E en qvarn tör malmens målning, F en ränna, hvar-

igenom den sedermera föres till extraktionsapparaten J3, i hvilken malmen medelst skofvelhjul bearbetas med luten vid hög temperatur, I afloppet till sugfiltret K, där det olösta pulvret qvarstannar, under det att den kopparhaltiga vätskan ge-nom röret M föres till behållaren A och slutligen till det elektrolytiska badet C. I det sistnämndas öfre del finnas koppar-skifvor i horisontalt läge, hvilka utgöra katoden. De äro fästa vid undre sidan af brädet k. Anoden, som utgöres af kolstänger, är anbragt vid bottnen. Mellan anod och katod finnes ett filtrer, och i närheten af katoden en af trä hopsatt anordning för vätskans omröring. Vid katoden utfälles kopparen på kopparskifvorna, vid anoden förvandlas järnoxidulen till järnoxid. Efter processens slut återföres luten till H.

En dynamo för 180 volt- ampere lämnade ström till badet.

Hoepfner har modifierat detta förfaringssätt och använder i stället för järnvitriolluten en kopparkloridlut, hvarigenom, såsom det uppgifves, framställningskostnaden betydligt förminskas.*)

341. Raffinering af koppar på elektrolytisk väg.

- I långt vidsträcktare skala än för den direkta framställningen ur malmen användes för raffinering af oren koppar elektricitetens tillhjälp. Ett stort antal betydande fabriker finnes i olika länder för detta ändamål. Visserligen medför denna metod väsentliga olägenheter: stor anläggningskostnad, stor yta för fabriken samt nödvändigheten af ständig uppmärksamhet vid raffineringsprocessen. Men å andra sidan medgifver den att härvid fullständigt tillgodogöra de dyrbarare i malmen förekommande metallerna, hvarjämte den erhållna kopparen kan fås särdeles ren och därför passande för elektriska anläggningar och betingande ett högt pris. Dock bör det anmärkas, att det icke ovilkorligen följer, att den genom elektrolys raffinerade kopparen är fullständigt ren, emedan äfven

främmande metaller kunna på samma gång utfällas.

Det var omkring år 1865, som de genom maskiner fram-bragta elektriska strömmarne först begagnades för kopparens rening, och därvid begagnades Wildes-Elkingtons patenterade förfaringssätt. I Tyskland gjordes år 1878 den första dylika anläggningen vid Öker af Siemens & Halske. Här användes 6 dynamomaskiner (se fig. 128, sid. 225), af hvilka hvardera per dygn kunde utfälla 250 å 300 kg. koppar och därför tog i anspråk 7 å 8 hästkrafter. Sedermera bar man på flera olika sätt anordnat denna raffineringsprocess. Men vanligen begagnas följande förfaringssätt: Eåkopparen gjutes i stora, tjocka skifvor, hvilka användas såsom anoder, under det att katoderna äro

*) Se Borchers Elektro-Metallnrgie, p. 122.

tunna plåtar af ren koppar. Badet innehåller kopparsulfat och något svafvelsyra. Vid strömmens genomgång utfälles ren koppar på katoderna, hvaremot föroreningarna jämte silfver och guld, om dessa metaller innehållas i kopparen, sjunka till bottnen. De ädla metallerna utdragas på vanligt sätt. I samma kärl anbringas flera elektroder, så att de komma på 5 till 9 cm. afstånd från hvarandra. Elektroderna ställas parallelt, d. v. s. i derivation från hufvudledningen, men däremot ställas de särskilda kärlen, ofta flera tiotal, hvilka betjänas af en maskin, i följd efter hvarandra. Fig. 382 visar inrättningen af ett sådant kärl jämte dess elektroder. Likväl begagnar man stundom ett blandadt system med kärl, anbragta dels i följd och dels parallelt. Kärlen äro vanligen af trä, men försedda med blyfodring, hvilken är hopsmält vid fogarna.

FIG. 382

Deras längd är vanligen l å 3 m., bredd 0,5 å l m. och djup nära l m. De böra vara ytterst väl isolerade. Strömmens täthet är vanligen 4 å 5 ampere per qv.-fot, d. v. s. c:a 50 ampere per qv.-m., men är mycket vexlande vid olika anläggningar, stundom öfverskridande 100 ampere per qv.-m. Per vecka utfälles 0,156 till 2,231 mm., så att det åtgår flera veckor eller t. o. m. månader, innan en tillräckligt tjock skifva erhålles. Den utfälda kopparen är kristallinisk och bör därför smältas, gjutas i formar och valsas innan tråddragningen. Genom Elmores process (se § 337) undgås denna svårighet.

TJnder utfällningen bör vätskan hållas i en ständig rörelse; detta är ett vigtigt vilkor för utfällning af ren koppar med öfverallt lika beskaffenhet. För den skull brukar man vanligen ställa de särskilda kärlen i något olika nivå, så att hvartdera står något högre (t. ex. 3 cm.) än det nästa i ordningen, samt förena de båda närgränsande med en hätvare af vulkaniserad kautschuk eller glas. På detta sätt fås vätskan att långsamt rinna från det ena kärlet till det andra och sålunda utjämnas.

Potentialskilnaden mellan elektroderna i samma kärl är oftast mellan 0,25 och 0,5 volt, men större vid mycket oren koppar. Den elektriska energi, som härvid tages i anspråk, är mycket olika vid olika fabriker; den är vanligen mellan 35 och 100 watt per kilogram utfäld koppar. Skilnaden beror på de olika anordningarna och i synnerhet på anläggningens storlek, enär den erforderliga energien blifver jämförelsevis större vid små fabriker, men det följer icke nödvändigt häraf, att totala tillverkningskostnaden per ton blifver större vid de sistnämnda. Det uppgifves *), att kostnaden för frambringande af en ton ren elektrolytisk koppar icke bör öfverstiga 3^ å 4 Pund Si, men att den i några fall varit mycket mindre.

342. Amerikanska metoder for raffinering af koppar på elektrolytisk Tag. - Vi anföra först den nyare anordning för koppar-raffinering efter Haydens patenterade system, som användes vid Bridgeports kopparverk i Connecticut. Man afser här att påskynda behandlingen och att sålunda förminska den stora mängd af råmetallen, som samtidigt måste vara under arbete, och att därjämte nedbringa arbetskostnaden. Por den skull begagnas icke anoderna i form af gjutna, tjocka skifvor, utan af tunn valsad plåt. Kostnaden för Valsningen är icke betydande, och genom att plåtarne blifva tunna kan metallen jämnare upplösas. Plåtarne anbringas vertikalt i kärlen, och vid den ena änden af dessa anbringas ett kopparbleck som katod. Yid den första plåten upplöses koppar på ena sidan, och denna afsätter sig på nästa plåt, hvars andra sida upplöses o. s. v. Förhållandet blifver sådant som om man

hade ett antal små kärl, stälda i följd. Hvartdera kärlet erfordrar därför blott två kontakter. Processen försiggår till dess samtliga anoderna blifvit upplösta och ersatta med ren koppar. Det uppgifves**), att kostnaden för raffineringen uppgår till något öfver 2 Pund St. per ton.

Efter en annan, benämnd Smiths metod, anbringas plåtarne horisontalt med en skärm af tjockt bomullstyg mellan dem, men för öfrigt efter nyssnämnda förfaringssätt; anoden är den öfversta och katoden den understa plåten. Till följd häraf kommer för de mellanvarande plåtarne den öfre ytan att förhålla sig såsom katod och den undre såsom anod, hvilket får fortgå, tills den orena metallen blifvit upplöst och i stället ren koppar erhållits. Föroreningarna hindras genom bomulls-skärmarne att skada den rena, utfälda metallen.

*) The Electrician, 1892, p. 306. **) The Electrician, 1892, p. 390.

Ett tredje sätt, som härrör af Stälmann, skiljer sig från Haydens genom att därvid användes dubbla plåtar, nämligen en af råkoppar och en af den raffinerade metallen, hopbultade och så anbragta, att den förra tjänar såsom anod och den senare såsom katod. Härigenom undvikes den olägenhet, som de båda förstnämnda metoderna medföra, i det att vid dem man måste drifva processen något längre än hvad som är nödvändigt, på det att all den orena kopparen må upplösas. Äfven om vid Stalmanns förfaringssätt något af den orena kopparen skulle återstå, medför det icke någon synnerlig olägenhet, emedan föreningen mellan båda plåtarne endast är mekanisk och lätt kan upphäfvas.

För att åstadkomma vätskans cirkulation vid de nya fabrikerna gör man bruk af ett med bly beklädt tråg, som går från ena ändan af rummet till den andra och hvarifrån karlen förses med vätska genom kautschukrör, äfvensom två cisterner samt en liten af en elektrisk motor drifven luftkompressions-apparat. Den komprimerade luften sätter vätskan i rörelse. Vid Smiths metod erfordras icke några särskilda anordningar för cirkulationen.

I Norra Amerika finnes det 14 verk för elektrolytisk kopparraffinering. Årligen behandlas omkring 25,000 tons koppar på detta sätt, motsvarande nära en tredjedel af hela den i landet framstälda kopparmängden.

34$. Framställning af aluminium på elektrolytisk väg. - Vid den första tillämpningen af elektricitet för aluminiums framställning användes en elektrisk ugn, som bröderna Cowles i Norra Amerika uppfunnit, och där icke någon elektrolytisk verkan egde rum, utan där oxidens reduktion försiggick genom tillblandadt kol, hvilket upphettades medelst kraftiga elektriska strömmar. Vi skola längre fram i detta arbete redogöra för Cowles ugn, hvilken, hvad aluminium beträffar, väsentligast blifvit använd för beredande af denna metalls legeringar. För den rena metallens framställning begagnas numera elektrolytiska förfaringssätt, af hvilka hufvudsakligen tre ega praktisk tillämpning. Det ena härrör af Hall och användes i en fabrik nära Pittsburg och i Patricroft vid Manchester, det andra af Minet begagnas i en fabrik vid St. Michel i Savoyen, och det tredje af Héroult uppfunna i den bekanta aluminiumfabriken vid Neuhausen i närheten af Schaffhausen. Samtliga ega det gemensamt att i en elektrisk ugn eller blott degel införes det aluminium innehållande mineralet eller ren lerjord jämte ett förut smält flussmedel. Detta anbringas därför först i ugnen och smältes därstädes genom den elektriska strömmen, hvarefter det lerjord innehållande materialet

införes, hvilket upplöses af flussmedlet och undergår elektrolys. Härvid utfälles aluminium, och denna metall samlas i flytande tillstånd vid ugnens botten. Medelst ett utslagshål å ugnens sida uttappas metallen tid efter annan. Hålet tillslutes med en kolpropp. Den erhållna metallen omsmältes dock slutligen i grafitdeglar, på det att den må blifva jämnare, innan den underkastas mekanisk behandling.

Vid Halls process inneslutes massan i en med kol fodrad järndegel. Mellan anoden, som utgöres af kolstänger, och katoden, hvilken bildas af själfva degeln, bibehålles 10 volt potentialskilnad. Eor att kunna smälta laddningen, bringas anoden till en början i beröring med degelns botten, så att strömmen går från kol till kol, hvarigenom värme utvecklas mellan elektroderna. Massan, som efter smältningen skall utgöra badet, införes småningom i form af pulver, och, sedan tillräckligt mycket däraf smält, upplyftes anoden något, hvarefter den elektrolytiska verkan tager sin början.

Den af Minet uppfunna metoden grundar sig på användandet af ett flussmedel, innehållande 62,5 proc. klornatrium och 37,5 proc. kryolit, och till den smälta massan sättes en blandning af lerjordshydrat, kryolit, aluminiumoxifluorid och koksalt. Degeln är äfven här af gjutjärn, fodrad inuti med kol-agglomerat. Följande uppgifter meddelas öfver de försök, som anstäldes med tre i följd anbragta apparater:

Strömmens täthet per qv.-cm.

vid positiva polen................... 0,75 ampere.

» negativa » .... 0,5 »

Temperatur......................... 920°.

Strömstyrka...................+ .*... 1500 ampere.

Antal ampere-timmar................... 330

Teoretiskt bestämd vigt aluminium........... 11220 gram.

I verkligheten erhållen » » .... 6500 »

Verkningsgraden....................... . 58 proc.

Elektrolytens motstånd................... 0,0017 ohm.

Elektrodernas potentialskilnad.............. 4,55 volt.

Elektrisk energi....................... 9,27 hk.

Hästkraft-timmar...........-.......... 204

Tigt utfäld metall per hk.-timme............ 31,9 gram.

Hästkraft-timmar per kg. metall............ 31,3

Ännu större strömstyrka användes dock vid den nya stora anläggningen vid St. Michel, hvarest man tillämpar Minets system.

Af ännu större intresse i elektriskt hänseende är likväl den i Neuhausen efter Héroults af Kiliani modifierade metod

inrättade storartade anläggningen. Denna började sin verksamhet år 1888, men har sedan dess betydligt utvidgats. .Rhenfallet vid Schaffhausen användes för drifvande af turbiner, hvilkas vertikala axel är direkt kopplad vid dynamomaskinens axel. De första stora maskinerna voro afsedda att lämna hvar-

FIG. 383.

dera 30 volt och 14000 ampere, men ha ej i verkligheten arbetat med mer än 8000 å 9000 ampere, hvarjämte förlusten varit större än beräknadt, så att den önskade spänningen icke erhållits. Man har därför funnit lämpligare att konstruera de nya maskinerna för 55 volt och 7500 ampere vid 150 hvarf i

minuten. För öfrigt äro de hufvudsakligen af samma konstruktion som de äldre: horisontal elektromagnetkrans af 3,6 m. diameter, med 24 inåtvända poler, 120 borstar, delade i två lika grupper, som äro förenade parallelt. Den vertikala maskinaxeln uppbär induktorn och kommutatorn, hvilken sistnämnda är anbragt nederst, på sätt framgår af fig. 383, hvilken visar maskinen före uppsättningen. Axeln har upptill stöd af ett stjärnformigt lock till elektromagnethjulet. Det sistnämnda är helt och hållet af gjutjärn och uppbäres af tunga stöd. Borstarne kunna något förändra läge och manövreras för den skull med ett handhjul, men denna förändring behöfver blott vara ringa äfven vid mycket vexlande belastning. Maskinen är shunt-lindad och lämnar själf ström till elektromagneten. Den verkar utan något spår till gnistbildning. Vigten af de roterande delarne uppgår till omkring

12 tons. I samma rum arbeta sex dynamos, hvardera å 600 hk. och en dynamo å 300 hk.

De ugnar, som i Neuhausen användas för smältningen och elektrolysen, hafva1 undergått åtskilliga förändringar. Sålunda har man gjort bruk af ugnar i form af en gjutjärnskista med inre beläggning af kolskifvor, hvilka sammanhållas med ett kolhaltigt kitt. G-enom ett antal kopparstift står kistan i förening med den negativa polen till maskinen. Emedan den inre kolbeklädnaden är ledande och står i beröring med kistan, blifver den förra katoden. Äfven anoden bildas af kol, nämligen af ett antal vertikala kolstänger, hvilka sammanhållas af en ram samt upphängas med en kedja, så att de kunna efter behag höjas eller sänkas. Med undantag för de erforderliga öppningarna tillslutes kistan upptill med grafitskifvor; öppningarna tjäna dels för anoden, dels för materialets införande och dels för de utvecklade gasernas aflägsnande. För den smälta metallens ut-tagning finnes vid sidan en med kol utfodrad öppning, som tillslutes med en kolstång. Vid operationens början in-

FIG. 384.

föras först koppars ty eken i ugnen. Anoden nedsänkes, och kopparen bringas i smältning, hvarefter lerjorden införes och anoden höjes. Strömmen genomgår då äfven lerjorden, hvilken smältes och sönderdelas. Syret går till anoden, hvilken förbrinner och koloxidgas bortgår. Man erhåller på detta sätt aluminiumbrons, men genom någon förändring af ugnen kan man framställa ren aluminium. - Fig. 384 visar en nyare för detta ändamål afsedd ugn. Man gör här icke bruk af hela degeln såsom katod, utan af ett metalliskt polstycke, som ingår genom bottnen. Ugnen är för öfrigt fodrad med kol. Till en början införes kryolit och sedermera lerjord.

I Froges vid Grenoble finnes äfven en fabrik, som är anordnad efter Héroults metod. Här användas flera dynamomaskiner, hvardera för 15 volt och 6000 ampere.

344. Elektrolytisk framställning af guld, silfver, bly, zink m. fl. metaller. - Den framgång, som åtföljt den elektrolytiska behandlingen af koppar och aluminium, har manat till försök att tillämpa samma förfaringssätt på andra metallers malmer. En mängd patent i olika länder äro uttagna i detta hänseende. Det är mycket svårt att erhålla några tillförlitliga uppgifter öfver de resultat, hvartill man härvid kommit. Man torde dock kunna säga, att i det hela taget man ännu står på försökets stadium, och att ännu mycket återstår, innan en verklig industriel tillämpning af elektriciteten kan ske vid det stora flertalet af metallerna. Vi kunna här blott i största korthet lämna några antydningar öfver den nuvarande ställningen hos denna gren af elektrotekniken.

Guld. Man har flera förslag att använda elektriciteten för guldets afskiljande ur dess malmer. Detta kan ske antingen på det sätt, att man gör bruk af den elektriska strömmen vid amalgamationsprocessen för att förstora guldutbytet och förminska qvicksilfverförlusten, eller ock genom upplösning och efterföljande utfällning. Det förstnämnda sättet är användt af Barker, Mottoys o. a., och det har blifvit försökt i Bolivia men med föga framgång i ekonomiskt hänseende. Däremot synes man med mera fördel hafva gjort bruk af elektrolytisk raffinering af platinan al tigt guld.*)

Silfver. Beträffande denna metall, torde detsamma gälla, som blifvit anfördt om guld, att det i fråga om kostnaden ännu icke visat sig löna mödan att begagna elektriciteten som hjälpmedel vid metallens framställning ur malmen. För raffineringen har man praktiskt tillämpat elektrolysen vid silfververk i Mexico och Norra Amerika.

*) Om en vid Norddeutsche Affinerie i Hamburg härför använd metod-» 8e Borchers Elektrometallurgie, sid. 141.

Ely. Hedan Secquerel gjorde omfattande försök att på elektrolytisk väg framställa bly ur malmen, men detta har lika litet som ett senare af Keith angifvet förfaringssätt för raffinering af bly på samma väg ännu föranledt någon vidsträcktare praktisk tillämpning. Det uppgifves att för utfällning af 10 tons bly på ett dygn 40 hästkrafter erfordras. - Hoepfners ofvan (§ 340) anförda metod är användbar äfven för bly och likaså för silfver och guld.

Zink. En mängd förslag och försök, angående denna metalls elektrolytiska behandling, förefinnas. Särskildt må

nämnas Siemens & Halskes år 1886 uppfunna förfaringssätt, enligt hvilket en lösning af zinkvitriol i närvaro af järnvitriol underkastas elektrolys, då dels zink utfälles, dels svafvelsyrad järnoxid erhålles, hvarefter den sistnämnda får inverka på svagt rostad svafvelzinkmalm, då en lösning, sådan som den ursprungliga ånyo står till förfogande. Men svårigheten vid denna metod är, att zinken blifver järnhaltig. - En vid zinkutfäll-ning viktig iakttagelse är gjord af Nahnsen beträffande sambandet mellan strömtätheten, badets temperatur och utfäll-ningens beskaffenhet. Denna blifver nämligen:

vid en strömtäthet i vid en temperatur af

ampere per qv.-m. 00 100 20° 30<>

10 fast började svamp- svampaktig svampaktig

aktig

50 d:o svampaktig började svamp- d:o

aktig

100 d:o fast svampaktig börjande svampaktig

150 d:o d:o fast svampaktig

200 d:o d:o d:o fast

Vill man arbeta med 100 ampere per qv.-m., måste således elektrolyten» temperatur hållas under 20°. Ifrågavarande samband kan dock icke gälla för alla slag af elektrolyter, som innehålla zink. - Enligt Borchers får man vid 1,5 å 2 volt vid 60 ampere per qv.-m. högst 0,4 kg. zink utfäld per timme och hästkraft.

Nyligen har i Sverige patent *) uttagits af G. E. Cassel och F. A. Kjellin för ett sätt att på elektrolytisk väg framställa zink ur zinkblende. Här användes ett elektrolytiskt kärl af vanlig konstruktion. Katoden utgöres af en zinkplåt, anoden af järn, och båda åtskiljas genom en porös lervägg. Man omgifver katoden med en zinksulfatlösning, hvilken erhålles genom röstning af svafvelzink och urlakning med vatten. Anoden

*) Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, N:o 4037. Elektriciteten. 43omgifves med järnsulfatlösning. Vid elektrolysen utfälles zink på zinkplåten och en eqvivalent mängd järn upplöses. Den porösa mellanväggen hindrar vätskornas blandning. Genom järnelektroden bindes den frigjorda syran, hvarigenom gasutvecklingen förebygges, och dessutom är afsigten därmed att förminska den potentialskilnad mellan elektroderna, som eljest vore nödvändig för saltets sönderdelning. — En fabrik är under anläggning i Vesterås för att tillgodogöra denna uppfinning.

Nickel och *kobolt.* Dessa metallers framställning genom elektricitet är visserligen försökt, men det synes som föga fördel därmed vunnits.

Antimon. Det samma gäller härvid, som i fråga om de båda nyss nämnda metallerna. Dock synes det framgå af Borchers undersökningar att en teknisk tillämpning af elektrolysen i detta fall icke borde stöta på allt för stora svårigheter, men detta bestrides från andra sidor.

Tenn. För att tillgodogöra tennet ur hvitblecksstycken och andra affall, som innehålla denna metall, har man flera elektrolytiska metoder. Bland dessa må nämnas en, hvilken tillämpats vid en engelsk och en tysk fabrik. Affallen, som innehålla 3 till 9 proc. tenn, upphängas såsom anoder i ett bad af utspädd svafvelsyra. Såsom katoder användas kopparplåtar. Järnet, som befriats från tenn, lämnar jernvitriol, under det att tennet förarbetas till tennsalter.

Krom. Nyligen har *Placet*Comptes Rendus, T. CXV, N:o 22. lyckats att elektrolytiskt framställa krom i tämligen stor skala och erhålla för olika metaller och legeringar ett, oxideradt silfver liknande, vidhäftande öfverdrag af den tjocklek som önskas. Härvid användes en utspädd lösning af kromalun, hvartill sättes ett alkaliskt sulfat och något svafvelsyra eller annan syra. Vid katoden erhålles på elektrodens yta en vacker, glänsande utfällning,

hvilken är ren krom. Denna metall motstår fullkomligt atmosferens inverkan och angripes blott af koncentrerad svafvelsyra, salpetersyra och en koncentrerad lösning af pottaska. Den lämnar flera legeringar. Placet har för vetenskapsakademien i Paris förevisat prof å dessa äfvensom prydnader af mässing med kromöfverdrag.

Inom den kemiska analysen har elektrolysen redan vunnit stor betydelse. Dessutom eger den utom de redan anförda åtskilliga andra anmärkningsvärda praktiska tillämpningar, hvartill vi återkomma i sista kapitlet af detta arbete.

* Elfte kapitlet.

Telefonen och mikrofonen.

345. Ljudets öfverförande medelst elektricitet. -

En af de intressantaste och mest öfverraskande af de många vigtiga uppfinningarna inom elektricitetens område är ljudets öfverförande å stora afstånd genom elektricitetens förmedling. Knappast någon annan uppfinning har på så kort tid vunnit ett så allmänt erkännande och så vidsträckt tillämpning som denna. Det har blott erfordrats ett och ett halft årtionde för att göra telefonen till ett af de mest anlitade och högst uppskattade hjälpmedel i samfärdselns tjänst, och ändå torde den icke på långt när hafva uppnått gränsen för sin utveckling. Särskildt för vårt land är den af stort intresse, enär hos oss telefonens användning blifvit allmännare och äfven dess konstruktion vunnit högre fulländning än i andra Europas länder.

De nu i fråga varande apparaterna kunna anses såsom härledda af de elektriska telegrafapparaterna. I självfva verket angaf telefonens förnämste upphofsman, Bell, i sin patentansökan sin uppfinning såsom innefattande nya och nyttiga förbättringar uti telegrafien. Man kan äfven med skäl betrakta telefonen såsom i vissa hänseenden den fullkomligaste af alla telegrafer, och sedan man nu mera lyckats att verkställa telefonering på äfven mycket stora afstånd, torde detta sätt för meddelande i många fall användas i stället för telegrafering. Men icke torde denna komma att allmännare undanträngas genom telefonens användande. Oafsedt andra omständigheter, som härvid äro att taga i betraktande, är den registrering eller tryckning af depescherna som vid de mest begagnade telegraferna, t. ex. Morses och Hughes, förekommer, af så stor vigt genom den kontroll därigenom erhålles, att redan denna fördel borde vara afgörande. Icke heller kan telefoneringen ske lika hastigt som telegrafering med de fullkomligare apparaterna. Men å andra sidan eger telefonen ett så afgjordt företräde för meddelanden utan mellanhand, att dess tillämpning i den vidsträcktaste omfattning är i hög grad sannolik.

Mikrofonen är ett med telefonen närbeslägtadt instrument, ursprungligen afsedt för svaga ljuds förstärkning, likasom telefonen for att göra ljudet hörbart på långt håll. Genom kom-

binationen af dessa båda instrument har telefonens värde väsentligen blifvit förhöjdt. Men man kan ej nu mera göra en skarp skilnad mellan dem båda. Vi skola först beskrifva de enkla telefonerna och mikrofonerna hvar för sig och sedermera de ganska invecklade apparater, som erhållits genom deras förening till ett enda, hvilket vanligen bär namn af mikro-telefon eller endast telefon.

346. Reis' telefon. - År 1860 gjorde Philip Reis i Tyskland försök att medelst elektricitet öfverföra ljudet, och ehuru de endast ofullkomligt lyckades förtjäna de dock anföras, såsom de första i sitt slag. Reis tillämpade en af Page upptäckt och af Wertheim närmare undersökt företeelse, nämligen att en järnstång förlänges, när hon magnetiseras, och förkortas, när hennes magnetism upphör, till följd hvaraf stången bringas i longitudinela vibrationer, när en kring henne gående ström hastigt slutes och afbrytes. Att ett ljud härigenom kan uppkomma är uppenbart.

Fig. 385 visar schematiskt denna apparat, hvilken Reis gaf namnet telefon. Den utgöres af två delar, den ena (transmitter) A för ljudets upptagande, den andra (receptor) B för dess återgifvande. De förenas genom två ledningstrådar, eller, såsom figuren angifver, en ledningstråd jämte jordledning. Ljudet upptages först af en träkista, upptill sluten genom en tunn hinna (membran eller diafragma). Vid midten af denna finnes ett litet

platinableck, som står i förening med en stapels ena pol. Öfver blecket är fästad en metallspets, hvilken vid hinnans vibration] ömsevis sluter och afbryter strömmen från stapeln. Ljudet alstras framför ett munstycke vid kistan, och hinnan kommer därvid i vibrationer, olika allt efter ljudets beskaffenhet. Till följd häraf gå strömmar af längre eller kortare varaktighet genom ledningen till en lång rulle öfverspunnen koppartråd, inuti hvilken en lång och mycket smal järnstång eller järntråd är anbragt. Denna uppbäres af två stöd, fästa vid en resonnanslåda, som omgifver elektromagneten och förstärker det genom dennas vibration uppkommande ljudet.

Dettas svängningstal motsvarar det vid A alstrade ljudet, men dess intensitet är ringa och klangfärgen förändrad. Appa-

FlG. 385.

raten kan dessutom i den af Reis gifna formen ingalunda användas för talets öfverförande, utan på sin höjd för musikaliska toner. Åtskilliga förbättringar äro visserligen vidtagna vid densamma, men nu mera eger den hufvudsakligen historiskt intresse. Vi böra dock nämna, att vid ett nyare telefonsystem, nämligen Dolbears, till hvilket vi längre fram återkomma, Reis' telefon återupptagits, ehuru visserligen endast en del däraf.

S47. Sång-kondensatorn. - En annan uppfinning, som jämväl kan anses såsom föregångare till den egentliga telefonen, är den af Wright år 1865 och af Varley år 1870 angifna kondensatorn, med hvilken man kan öfverföra sång, hvarför den ock benämnes sång-kondensatorn eller den sjungande kondensatorn. Yi skola i korthet omnämna en modifierad anordning däraf, som härrör af Pollard och Garnier. Självfva kondensatorn utgöres af ett antal, vanligen 30 blad papper och 28 mellanlagda stanniolblad, de förra med 13 och 9, de senare med 12 och 6 cm. längd och bredd. De stanniolblad, hvilkas ordningstal är jämnt, äro förenade vid ena änden af pappershäftet; de, hvilkas ordningstal är udda, vid dess andra ände. Häftet omgifves med ett pappersband och fästes vid ett styft papp. Vid hvardera änden hophållas de där förenade stanniolWaden med ett kopparstycke jämte klämskruf för ledningstrådens fästande. På denna kondensator ligger en belastning, för att trycka bladen tillhopa, hvarigenom ljudet visserligen försvagas, men däremot blifver renare. - Kondensatorn tjänar emellertid blott för ljudets återgifvande; för dess upptagande användes en särskild apparat, som hufvudsakligen utgöres af en mycket tunn skifva af förtent järnbleck, vid hvars midt ett cylindriskt kolstycke är fästadt. Detta stöder mot en annan kolcylinder, som uppbäres af ett tvärstycke utaf trä, hvilket till viss grad är fjädrande. En stapel står med sin ena pol i förbindelse med den primära trådlindningen till en in-duktionsrulle och ytterligare med det ena kolstycket. Dess andra pol är förenad med järnblecksskifvan. Induktionsrullens sekundära ledning står med båda ändarne i förbindelse med kondensatorns stanniolbeläggning. De båda kolstyckenas ställning regleras så, att de icke beröra hvarandra när apparaten är i hvila, men att däremot vid järnblecksskifvans vibration kontakt uppkommer mellan dem. När man sjunger framför skifvan, och denna genom ljudvågorna bringas i dallring, kommer härvid strömmen att ömsevis slutas och afbrytas, och kondensatorn försättes i motsvarande vibrationsrörelse samt åter-gifver därför ljudet.

Vi skola längre fram finna, att man kan göra bruk af kondensatorer äfven för talets öfverförande, och att vid några

nyare telefonsystem, t. ex. Dolbears samt Gibloney-Thomsons man tillämpat dem för detta ändamål.

348. Grays telefoner. - Af ganska stor betydelse i telefoniens historia äro de uppfinningar, som härröra af Elisha Gray i Chicago. Denne uppfann år 1874 en musikalisk telefon, hvilken i vissa hänseenden liknar Reis7 förut omtalade, men med väsentliga modifikationer. Här användes nämligen såsom receptor en följd af resonnanslådor, med däröfver anbragta elektromagneter, hvilka såsom ankare hafva järnblecksskifvor, i samband med hvar sin resonnanslåda och vibrerande i harmoni med densamma. Medelst en enda tråd Öfverfördes strömmarne från den såsom ett slags klaver med sexton tangenter anordnade afsändningsapparaten, och de musikaliska ljud, som med denna frambragtes, kunde på detta sätt återgifvas med den mottagande apparaten. - Två år senare uppfann Gray ett instrument, afsedt att öfverföra menniskorösten genom en telegrafledning, så att verkliga samtal skulle kunna

försiggå på stort afstånd. Vi se här för första gången bestämdt och allvarligt angifvet det syfte, som numera telefonen uppfyller, fastän visserligen på annat sätt, än det Gray ville använda. Denne utgick från den åsigt, att det verksammaste medlet att genom en apparat återgifva menniskoröstens vexlande ljud är att göra bruk af en diafragma eller hinna, hvars dallringar föranleda fluktuationer i den elektriska strömmens styrka. För den skull begagnas såsom afsändningsapparat ett bägareformigt kärl, hvars botten är en tunn hinna, t. ex. af pergament, i stånd att återgifva de olika tonerna. Från hinnans midt ned-står en liten metallstång, hvilken nedgår i ett kärl af glas eller något annat isolerande ämne, hvilket innehåller vatten eller en annan vätska, som utöfvar stort motstånd. En elektrisk ström från en stapel genomgår stången och ledes från dennes nedra ände till vätskan, hvaraf ett tunt lager passeras på väg till en metallisk ledning i glaskärlets botten. När hinnan vibrerar, höjes eller sänkes motallstången något och till följd häraf blifver det af strömmen genomgångna vätskelagret högre eller lägre, således dess motstånd större eller mindre. Strömmens styrka kommer därvid att förminskas eller ökas, och dessa förändringar ega rum på det sätt, som hinnans vibrationer bestämma. Om nian talar vid den uppåt vända mynningen af det bägareformiga kärlet, bringas af ljudvågorna hinnan i vibration, hvaraf uppstår en följd af vexlingar i strömstyrkan. Dessa fortplantas genom ledningen till mottagningsapparaten, hvilken har ett slags resonator, ungefär sådan Helmholtz använder den för ljudets analys, men däri är en hinna utspänd tvärsöfver. På hinnan är ett stycke mjukt järn fästadt.

Strömmen genom ledningen får genomlöpa trådlindningarna till en elektromagnet, som verkar på järnet. Härigenom kommer hinnan vid mottagningsapparaten att vibrera, motsvarande vibrationerna hos hinnan vid afsändningsapparaten. Det är sålunda möjligt att vid den förstnämnda apparaten höra de ord, som uttalas vid den sistnämnda.

I sin ansökan till patentbyrån i Förenta Staterna säger Gray, att han anser sig vara den förste, som meddelat beskrifning å en artikulerande telefon, hvarmed man kan öfverföra de af menniskorösten uttalade orden telegrafiskt medelst elektriciteten.

349. Bells telefoner. - Huru nära Gray ock var den stora uppfinning, hvarom här är fråga, var det likväl icke honom beskärdt att skörda dennas frukter. Genom en märkvärdig tillfällighet inlämnades samma dag, den 14 febr. 1876, då Gray i patentbyrån i Washington begärde ett "caveat" såsom förberedande skydd för sin uppfinning, af en annan amerikanare*), Alexander Graham Bett, en patentansökan för af honom uppfunna apparater, hvarmed ljudet kunde öfverföras genom elektricitetens tillhjälp. Bell erhöll det sökta patentet, och efter många försök och ihärdigt arbete lyckades han att så fullkomna sin uppfinning, att däraf slutligen framstod en apparat, hvarmed menniskorösten kan öfverföras på stora afstånd. I själfva verket löste han fullständigt det problem Gray uppställt. Det är därför med rätta man betraktar Bell såsom telefonens uppfinnare.

Bells första försök, angående ljudets öfverförande medelst elektriciteten, gjordes år 1874, och de båda därpå följande åren konstruerade han flera apparater för detta ändamål. Vid de första telefonerna gjorde han bruk af galvaniska staplar. När han med dessa satte i verksamhet afsändnicgs- och mottagnings-apparaternas elektromagneter, hvilkas ankare kunde vibrera, fann han att vibrationerna hos den ena elektromagneter ankare kunde återgifvas af den andras genom inflytandet af de strömmar, som härröra af ankarets närmande till och aflägsnande från elektromagneten. Han kom då på den tanken, att ljudet skulle kunna öfverföras, utan att en stapel användes, genom magnetoelektriska strömmar, alstrade på det sätt att järnkärnan i elektromagneterna ersattes med en magnetiserad stålkärna, framför hvars pol ankaret vibrerade genom ljudvågornas inverkan. Efter ihärdiga bemödanden lyckades han slutligen att efter denna grundsats konstruera telefoner, som voro tillfredsställande.

*) Bell är af skotsk härkomst, men naturaliserad amerikanare.

I själfva verket kan man såsom en vigtig upptäckt anse Bells iakttagelser, att en vibrerande järnskifva framför en elektromagnet, hvars järnkärna blifvit ersatt med en stålmagnet, är i stånd att i elektromagnetens trådlindningar frambringa inducerade strömmar af tillräcklig styrka för att åstadkomma märkbara verkningar och att därmed återgifva ljudet, till och med på betydande afstånd. Vi betvifla, att någon fysiker skulle på förhand ansett detta

sannolikt. Den misstro de första underrättelserna om de af Bell funna resultaten väckte hos vetenskapsmännen i Europa och hvilken först försvann, sedan dessa själfva kommit i tillfälle att pröfva den nya apparaten, visar bäst upptäcktens nyhet och betydelse. Man får dock icke föreställa sig att ljudets öfverförande medelst elektricitet ovilkorligen erfordrar på så sätt alstrade strömmar. Vi skola finna, att jämväl galvaniska strömmar härför mycket väl kunna användas. Äfven Bell gjorde bruk af sådana, icke blott vid sina första försök med telefoner, utan äfven sedermera vid en apparat, liknande Grays förut omtalade, vid hvilken vexlingarna i strömstyrkan åstadkommes genom att införa ett vätskelager med föränderlig höjd i ledningen. Men den synnerliga enkelhet, som utmärker den vanliga telefonen enligt Bells system, härrör väsentligen af nyssnämnda upptäckt.

En annan omständighet, som Bell i sin patentansökan särskildt betonar såsom af stor vigt i fråga om öfverförande af artikulerade ljud, är skilnaden mellan pulsatoriska och undulatoriska strömmar. Han betecknar en ström såsom varande pulsatorisk, om däruti eger rum en följd af plötsliga eller ögonblickliga förändringar, hvaremot de undulatoriska strömmarne karakteriseras af de gradvisa vexlingarna i strömstyrkan, analoga med dem som försiggå hos luftens täthet till följd af en pendels oscillationer. Bell framhåller att endast genom de sistnämnda strömmarna artikulerade ljud kunna öfverföras, och alla de telefoner han konstruerat lämna sådana strömmar.

De första af Bells telefoner voro anbragta på en träskifva för att ställas på ett bord. Handtelefonen, i hufvudsak anordnad sådan den, ehuru visserligen på flerahanda sätt modifierad, merendels ännu begagnas, konstruerades år 1877. Fig. 386 visar dess utseende. Den utgöres af en liten dosa af trä eller ebonit, försedd med ett handtag, i hvilket finnes en magnet eller, såsom figuren visar, två magneter med de liknämniga polerna åt samma håll och förlängda med ett polstycke af mjukt järn; vidare kring detta en rulle öfverspunnen koppartråd, omgifvande den åt dosan vända polen af magneten eller magnet-systemet, och slutligen membranet, en skifva af tunt järnbleck, anbragt så, att hon kan vibrera tätt intill nämnda pol. Koppartrådens diameter och antal hvarf böra vara afpassade efter af-

ståndet mellan afsändnings- och mottagningsapparaterna för att frambringa den bästa verkan. Ben vibrerande järnskifvans fria del är endast vid pass 5 centimeter i diameter och tjockleken A * A millimeter. Hon är öfverdragen med fernissa eller tenn för att hindra oxidation. Vid omkretsen fasthålles skifvan af dosan, hvilken för den skull är hopsatt af två delar, som antingen själfva äro försedda med gängor och kunna skrufvas tillsammans eller ock hållas tillhopa med några små träskrufvar. Munstycket eller den främre delen af dosan är formadt så, att ljudvågorna däraf uppsamlas och koncentreras mot membranet.

FIG. 386.

Från trådspiralens ändar gå ledningstrådar, parallela med magnetens längd, med ett par klämskrufvar, som sättas i förbindelse med två ledningstrådar, gående till en likadan apparat. I själfva verket kan man begagna Bells telefon såväl till mottagnings- som afsändningsapparat. Om en person talar på något afstånd från den ena telefonens membran och därigenom strömmar induceras i ledningen, framkalla dessa motsvarande vibrationer hos den andra telefonens membran, så att en person, hvilken håller denna nära örat, kan höra de uttalade orden. Likasom vid telegrafen kan man begagna endast en ledningstråd och sätta de båda polskrufvar, som icke genom denna förenas, i ledande förbindelse med jorden, t. ex. genom gaseller vattenledningsrören.

Justeringen af telefonen verkställes med tillhjälp af en skruf, anbragt mellan de båda polskrufvarne, genom hvilken magneten kan närmas till eller aflägsnas från den vibrerande skifvan.

Så enkel är den af Bell uppfunna apparaten, hvilken en af de mest berömde af vår tids fysici, William Thomson, benämnde "undret bland under".

35O. Verkningssättet hos Bells telefon. - Af det

föregående kan man lätt inse verkningssättet hos Bells telefon, så vidt angår dess förnämsta grunddrag. När man talar framför afsändningsapparatens munstycke, bringas den tunna järn-skifvan i vibration, motsvarande den dallring man framkallar hos den framför varande luftmassan. Järnet kommer därigenom att ömsevis närma sig till stålmagnetens pol och aflägsna sig från denna. Men när man närmar ankaret till en magnet, ökas dennas styrka,

hvilken återtager sitt ursprungliga värde, när ankaret aflägsnas. Kedan Page har iakttagit, att till följd af sådana vexlingar i magnetismen elektriska strömmar induceras i en omkring magneten upplindad koppartråd, hvilka vid ankarets närmande gå i motsatt riktning till de strömmar, man tänker sig uti magneten och vid aflägsnandet i samma riktning som dessa. Tillämpar man detta vid telefonen, finner man, att när skifvan närmas till magnetpolen, en ström induceras i trådspiralen, motsatt den, som alstras vid aflägsnandet. De i telefonen alstrade strömmarna ega således vexlande riktningar. Men dessa öfvergångar ske icke plötsligt utan småningom. Strömmarne äro därför undulatoriska och motsvara ljudvågorna. De framgå i ledningen*) och kretsa kring mottagningsapparatens trådspiral. Därvid förändras styrkan hos denna telefons magnet, så att när strömmarne gå i samma riktning som de strömmar, hvilka man tänker sig i magneten, denna förstärkes, men försvagas, när de ega en motsatt riktning. Då magneten förstärkes, attraherar den järnskifvan starkare än förut, men svagare vid magnetismens försvagning. Till följd häraf kommer mottagningstelefonens eller receptorns membran att beskrifva vibrationer, motsvarande afsändningstelefonens eller transmitterns under ljudvågornas inflytande. De ljud, som man framkallar vid sistnämnda telefon, återgifvas därför, fastän betydligt försvagade, af mottagningstelefonen. Demoget fann, att det af telefonen återgifna ljudet var 1,500,000 gånger svagare än det ursprungliga ljudet, samt att de båda telefonernas vibrationsamplituder förhöllo sig såsom 1: 1,800. De elektriska strömmarne återgifva således i detta fall blott en ringa del af det använda arbetet. För öfrigt ega de båda membranernas rörelser olika faser, i det att receptoras membran kommer närmast till sin pol i det ögonblick strömstyrkan är maximum, hvilket inträffar när transmitterns membran har sin största hastighet, d. v. s. när den passerar sitt järn vigtsläge. Att verkligen dylika strömmar framkallas uti telefonen, kan man omedelbart ådagalägga (se § 41, sid. 52).

*) Man får icke uppfatta detta såaom skulle ljudvibrationerna framgå i ledningen. Det är endast dessa vibrationer motsvarande elektriska strömmar af vexlande styrka, som där fortplantas.

Styrkan hos dessa strömmar är ytterst ringa. Enligt Peirce är den mindre än en milliondel af styrkan hos de strömmar, som vanligen begagnas för telegraf apparaters drifvande. Ferraris har visat, att strömstyrkan väsentligen beror af ljudets höjd och skulle för det normala la motsvara strömstyrkan, alstrad af ett Daniells element, då strömmen från detta genomgår 11,764,700 kilometer telegraftråd af 4 mm. diameter, eller vid pass 290 hvarf kring jordeqvatorn. Pdlat har jämväl undersökt dessa strömmars styrka, men genom att sätta en telefon i verksamhet i samband med laddningen och urladdningen af en kondensator. Det visade sig, att den värmemängd, som åtgår att höja temperaturen hos l gram vatten 1°, om den förvandlades till elektrisk energi, skulle vara tillräcklig att i en god telefon erhålla ett kontinuerligt tydligt hörbart ljud under tiotusen år. Vidare befans vid dessa försök ljudets styrka vara oberoende af motståndet i ledningen, när detta understeg 1,000 ohm. För ännu större motstånd försvagades ljudets styrka så mycket mera ju större motståndet blef.

Ehuru den teori för Bells telefon, som vi nyss anfört, synes tillfredsställande förklara apparatens verkan, gifves det dock åtskilligt, som antyder, att äfven andra omständigheter än de betraktade utöfva inflytande. Ljuden, som här återgifvas, äro ingalunda enkla utan sammansatta, och afsändnings-telefonens membran skulle delas i särskildt vibrerande delar, hvardera så mycket mindre till sin utsträckning, ju högre ljudet vore. Dessa delar måste hvar för sig alstra induktionsströmmar, som i sin ordning verka på mottagningstelefonens magnet och därigenom på dess membran, så att detta på motsvarande sätt fördelas i särskildt vibrerande delar. Men det gifves flera företeelser vid telefonen, som icke härigenom vinna sin förklaring. Sålunda har Edison och Mercadier kunnat öfverföra ljud med telefoner, där i stället för skifvor af järn användes dylika af koppar eller aluminium, ehuru ljudet på så sätt endast mycket svagt återgifvits. Den sistnämnde har genom försök ådagalagt, att telefoner med järnmembran äro mycket verksammare än andra och att här den elektromagnetiska verkan är, den hufvudsakliga, under det att med koppar- eller alumiQ-niummembran den elektrodynamiska verkan öfverväger. Å andra sidan har Bréguet kunnat betydligt öka järnskifvans tjocklek, utan att telefonen upphörde att återgifva artikulerade ljud, men såsom Mercadier visat, gifves det för hvarje telefon med konstant magnetiskt fält en bestämd tjocklek hos membranet, hvarvid maximieffekten erhålles. Vid försöken med järnmembraner var denna

tjocklek omkring 0,2 mm.

Man kan vid Bells telefon utelämna membranet; ja till och med magneten samt trådrullen och likväl öfverföra ljud, om ock blott svagt.684

FIG. 387.

Om man nämligen vid Bells telefon borttager membranet och använder den återstående delen såsom receptor samt därjämte Edisons koltelefon (se nästa paragraf) såsom afsändnings-apparat, kan man därmed öfverföra talet. Såsom du Moncel genom flera försök visat, blifver detta så mycket tydligare, ju starkare stålmagneten är, men på samma gång ju mindre massa den eger. Ännu längre har Åder gått, hvilken därjämte utelämnat magneten och konstruerat en receptor, bestående af en

järntråd med l mm. diameter, omgifven af en rulle fin koppartråd. Järntråden fastades med ena änden vid ett bräde, och det visade sig, att då vid dess andra ände en vigt anbragtes, ljudets styrka därigenom kunde mer än fördubblas. Men äfven trådrullen kunde utelämnas, och Åder kunde med en receptor, sådan fig. 387 visar den, återgifva orden, uttalade vid koltelefonen såsom transmitter. A är en mjuk järntråd, som är fästad med ena änden vid

furubrädet B, hvaremot dess andra ände förenas med en metallmassa. Örat hålles nära intill brädet för att uppfatta ljudet. Detta ar visserligen mycket svagt men dock tydligt.

Man kan af hvad som nu blifvit anfördt finna, att visserligen den elektromagnetiska verkan å membranet är den som vid Bells telefon utöfvar det väsentligaste inflytandet, men att äfven den elektrodynamiska verkan gör sig gällande, och att dessutom de molekylära vibrationer, som uppstå hos en magnet, Bär denna förstärkes eller försvagas genom strömmar af vexlande riktning, bidraga till ljudet, hvarjämte detta förstärkes genom resonnansen. Vid Reis' förut omtalade telefon är den sistnämnda af öfvervägande betydelse.

351. Edisons telefoner. - Nära samtidigt med Gray och Bell försökte Edison konstruera en telefon för öfverförande af artikulerade ljud, och han lyckades därmed så väl, att de af honom i denna väg gjorda uppfinningar spelat en stor roll inom den praktiska telefonien. Han begagnade sig af en iakttagelse, som du Moncel redan år 1856 gjort, nämligen att trycket, som utöfvas vid två ledares kontaktställe, väsentligt kan

FIG. 388.

inverka på styrkan hos den därigenom gående strömmen. Detta faktum hade redan blifvit tillämpadt i Frankrike för en kol-reostat, bestående af ett rör, fylldt med blyerts, mot hvilken en rörlig skifva kunde tryckas mer eller mindre hårdt, och således reostatens motstånd göras mindre eller större. Sannolikt hade Edison icke kännedom härom, när han uppfann sin kol transmitter, hvilken flerestädes vunnit användande såsom afsändningsapparat vid telefonanläggningar. Fig. 388 visar i verkliga storleken en af de många former, i hvilka den begagnats. Apparaten utgöres hufvudsakligen af ett ebonitmunstycke, ett vibrerande membran samt en skifva af prepareradt kol, anbragt på ett stöd, så att man efter behof kan närma den till eller aflägsna den från membranet med tillhjälp af en skruf. Kolskifvans främre sida är betäckt med ett bleck af platina, hvilket åter medelst en liten elfenbens-knapp trycker mot membranet. När man talar framför detta, kommer det i vibration och därigenom uppstår en vexlande tryckning mellan

platinablecket och kolskifvan, till följd hvaraf det elektriska ledningsmotståndet ständigt förändras. Från en stapel sändes en ström genom platinablecket och kolet samt genom ledningen till mottagningsapparaten, hvilken kan vara t. ex. en Bells telefon. Strömmen blifver undulatorisk genom det vexlande motståndet och verkar därför på mottagningsapparaten på samma sätt som på den sistnämnda telefonen, ehuru det nu är galvaniska strömmar i

stället för magneto-elektriska, som framgå i ledningen. I verkligheten gör man likväl bruk af induktionsströmmar för detta ändamål, hvilket man funnit vara fördelaktigare, på sätt vi längre fram skola närmare angifva.

Beträffande det inflytande på ledningsförmågan, som det på kolet utöfvade trycket eger, äro flera försök anställda. Ledningsförmågan förökas hos alla kolsorter med trycket och förminskas åter vid aftagande tryck, men dessa förändringar ega icke ögonblickligt rum, utan erfordra en viss tid för att uppnå sitt fulla värde. För mycket hårda kol äro förändringarna obetydliga.

Äfven den vexlande kontakten mellan platinan och kolet utöfvar här inflytande, lika väl som vid mikrofonen, hvarom mera framdeles.

En annan äfven af Edison härrörande mycket egendomlig telefon är den elektro-kemiska apparat han uppfunnit, hvilken kan begagnas såsom mottagningsapparat, eller receptor i förening med den nyss beskrifna transmittern. Den grundar sig på en företeelse, som Edison förut tillämpat för konstruktionen af sin telegrafrelais, benämnd éleldromotograf. Om ett stycke sugpapper indränkes med mättad kalilösning och lägges på en metallplåt, som förenas med den positiva polen af en stapel med två eller tre Leclanchés element, och man öfver papperet drager en vid pass l cm. bred remsa af ett platinableck, som står i förbindelse med stapelns negativa pol, blifver friktionen vid remsans rörelse väsentligt mindre, än när icke någon ström där framgår. *) Eriktionskoefficienten mellan papperets och platinans ytor förminskas således genom den elektriska strömmens inflytande. Denna verkan är proportionel mot strömmens styrka och eger endast bestånd, så länge strömmen varar. Den är så betydande, att till och med de svagaste strömmar, hvilka, icke utöfva märkbar verkan vid en elektromagnet, på sådant sätt kunna gifva sig tillkänna. Eig. 389 antyder schematiskt,

huru detta tillämpas vid Edisons telefonreceptor. En skifva D af glimmer med 8 å 9 cm. diameter uppbär vid sin midt en platinaremsa C, hvilken utgår i horisontal riktning, vinkelrätt mot skifvan, som är vertikal. Platinaremsan tryckes genom en fjäder mot cylindern A, som jämte axeln B kringvrides med handvef och hjulutvexling eller med ett urverk. Denna cylinder ersätter det impregnerade papperet: den är nämligen bildad af en deg, sammansatt af kalk, kali och en liten mängd ättiksyrad kvicksilfveroxid. När en elektrisk ström kommer från af-

sändningsapparaten, går den genom receptorns ställning, axeln, cylindern, platinaremsan samt därifrån genom en ledning tillbaka till förstnämnda apparat eller till jorden. När cylindern kringvrides i den riktning visaren på ett ur roterar, uppkommer genom friktionen mellan platinaremsan och cylindern en spänning i den förra, och glimmerskifvan intager till följd häraf ett läge, som i någon mån beror af spänningens styrka och således äfven af friktionen. Enär denna förminskas vid strömmens

*) Öfver nya försök häröfver se en afhandling af Krouchkoll i Journal de Physique, 1890, p. 79.

FIG. 389.

genomgång, kommer glimmerskifvan i vibrationer, under inflytande af den undulatoriska strömmen från afsändningsapparaten. Dennas membran och glimmerskifvan vibrera därför på motsvarande sätt, och ljudet återgifves. Por att verkan skall ega rum, måste cylindern kringvridas. Likaså bör denna hållas fuktig. Vid nyare förbättrade apparater består dock cylindern af en massa, hvilken icke behöfver faktas.

Edisons elektro-kemiska telefon återgifver ljudet med synnerlig intensitet. I vissa fall har man kunnat höra det 8 å 10 meter från receptorn. Man har också stundom gjort bruk af denna apparat såsom receptor i samband med Edisons koltelefon såsom transmitter. Men huru intressant apparaten ock i sig själf är, är dock i regeln den magneto-elektriska telefonen bekvämare att begagna, äfven om man gör bruk af koltelefon såsom afsändningsapparat.

352. Siemens och L. M. Ericssons telefoner. -

De nu omtalade apparaterna utgöra ursprungliga uppfinningar, och de ligga till grund för det stora flertalet af de nu använda telefonerna. Men det gifves en mängd afarter och modifikationer, till en del verkliga förbättringar af

de förut beskrifna telefonerna, och vi skola nu redogöra för några af dem, hvilka i ett eller annat afseende äro af större intresse.

Siemens telefon benämnes en af firman Siemens & Halske i Berlin tillverkad telefon, som tämligen nära öfverensstämmer med Bells. Magneten har hästskoform, så att de båda polerna vändas uppåt. Den är innesluten i en cylindrisk hylsa, försedd med en fot, så att den kan ställas på ett bord. Vid magnetens inre sidor upptill äro små järnstänger fastskrufvade, hvilka utgöra kärnorna till två trådrullar, hvaröfver membranet är spändt. En särskild signalapparat tillhör denna telefon, nämligen ett slags hvisselpipa, som ställes på membranet, och gifver ett tämligen starkt ljud, när den genom membranets dallring sättes i verksamhet. Naturligtvis borttages hvisselpipan, då man sedermera skall begagna telefonen. Siemens telefon är stor och tung, men gifver ett ganska starkt ljud. I Tyskland har den vunnit vidsträckt tillämpning vid statens telefonanläggningar. Den användes där så väl såsom transmitter som receptor, i hufvudsak med lika anordning för båda. Dock justeras membranet olika, då det vid receptorn ställes så nära polytorna som möjligt, men vid transmittera aflägsnas något mera därifrån, på det att icke järnkärnan må hindra membranets vibrationer.

L. M. Ericssons telefon, hvilken tillverkas af firman L. M. Ericsson & C:o i Stockholm, är en förbättring af Siemens telefon, och den användes i vårt land allmänt såsom receptor eller688

hörtelefon. Fig. 390 visar dess utseende. Dess dimensioner och vigt äro väsentligt mindre än den senast beskrifna apparatens.

Omhöljet utgör en eboniteylinder af 13 cm. längd och 2,9 cm. diameter, som vid ena änden är utvidgad för upptagandet af membranet m m, hvilket utgöres af en tunn lackerad skifva af järnbleck, hvaröfver den låga ljudtratten är fastskmfvad, så att den fasthåller membranet vid ytterkanten. I nämnda utvidgade del äro jämväl anbragta två trådspiraler af tillsammans 150 ohms motstånd med sina järnkärnor i midten, hvilka komma nära intill membranet utan att dock beröra detta. Järnkärnorna äro förenade med hvar sin pol af den hästsko-formiga stålmagneten, som är anbragt i ebonitcylindern. Trådändarne till de med hvarandra förenade spiralerna gå långs cylindern till de vid dennas motsatta ände anbragta polskrufvarne. Denna hörtelefon justeras medelst två skrufvar a och ö, en å hvardera sidan af cylindern, med hvilka magneten kan efter behof skjutas åt ena eller andra sidan och kvarhållas i sitt läge. *)

353. Gowers och Phelps

telefoner. - Gowers telefon har ganska mycket begagnats, och den utmärker sig för stor Ijudintensitet, så att man därmed kunnat få re-ceptorn att tala tillräckligt högt för att höras Öfverallt i en sal. Fig. 391 visar dess anordning i en fjärdedel af verkliga storleken. M)S är en efter en halfcirkel böjd stålmagnet, hvilken till följd af sin form kan utveckla stor styrka, oaktadt den upptager föga rum. Från polerna uppstå järnstycken, hvilka utgöra kärnorna

*) Om justeringen af denna telefon äfvensom om öfriga närmare uppgifter öfver dess användande, hänvisa vi till C. A. Nyströms »Handbok i Telefoni».

FIG. 390.

FIG. 391.GOWERS OCH PRELPS TELEFONER.

till elektromagneter. Hela apparaten är innesluten i en platt mässingsdosa, hvars lock innehåller det vibrerande membranet, som utgöres af en järnskifva, något tjockare än den man begagnar vid Bells telefon. Membranet är fäst vid locket medelst en ring och några skrufvar. I stället för den vanliga mynningen till membranet gör Grower bruk af ett akustiskt, böjligt rör, som utmynnar i mässingsdosan. För att till en början signalera, användes ett i rät vinkel böjdt rör, inneslutet i dosan och mynnande mot membranet. Röret innehåller en tunga, som kommer i vibration, när man blåser i det förstnämnda akustiska röret.

ED annan lörbättring af Bells telefon, som äfven är af värde och vunnit vidsträckt tillämpning, är den af amerikanaren Phelps konstruerade krontelefonen, hvilken i synnerhet blifvit använd såsom mottagningsapparat tillsammans med Edisons koltelefon såsom transmitter. Den ursprungliga krontelefonen har i stället för de rätliniga stålmagneterna vid Bells telefon sex nära i ring böjda stålmagneter, anbragta så vid apparaten, att denna tår form ungefär af en krona. Den ena polen, t. ex. nordpolen, på alla magneterna står i samband med järnkärnan, hvilken sålunda kommer att utgöra hela det magnetiska systemets nordpol. De andra polerna beröra membranets främre kant. Magnetismen förstärkes härigenom ansenligt, och apparatens verkan blifver mycket kraftig.

En andra af Phelps härrörande telefon "pony" krontelefonen har enklare anordning. Fig. 392 visar densamma. E är den af ebonit bildade mynningen, P det vibrerande järnmembranet, C en Ii-ten cylinder af mjukt

järn samt B trådrullen, till hvilken C utgör kärnan. Stål-magneten utgöres här af en enda nära i ring böjd stång med

FIG. 392.

FIG. 393.

tämligen stor bredd, såsom tvärskärningen A A visar. Järncylindern C är fastskrufvad vid magnetens ena ände.

Man ser häraf, att denna telefon väsentligast skiljer sig från Bells genom magnetens böjda förrn, hvilken gör apparaten mycket bekväm vid användandet, så mycket mera, som dess vigt är ganska ringa.

En nyare äfven af Phelps konstruerad telefon liknar till sitt yttre Bells, men elektromagnetens järnkärna är fastskrufvad vid membranets midt. Denna järnkärna är fritt rörlig i elektromagnetens rulle samt nedtill utvidgad i skifform, så att den vänder mot den på ett litet afstånd varande stålmagneten en större yta. Såväl membranet som järnkärnan vibrera under inflytande af de genom elektromagnetlindningen gående induk-tionsströmmarna af vexlande riktning. Denna telefon lär vara mycket känslig.

354. Aders och cTArsonYals telefoner. - I Frankrike användas oftast Aders telefoner, af hvilka åtskilliga modeller finnas, hvilka till utseendet likna den senast beskrifna apparaten. Fig. 393 visar dess vanliga anordning. Den ringformiga magneten A tjänar tillika såsom handtag. Vid dess poler äro de mjuka järnkärnorna SS till trådspol arne P fastskrufvade, och äfvenså en mässingsdosa. Membranet, som är af förtent järnbleck, är anbragt därpå, samt öfver detta en ring FF och ett ebonitmunstycke. Ringen, som är af mjukt järn, har för ändamål att - oaktadt apparatens små dimensioner - erhålla stor känslighet. Den polariseras nämligen genom magnetens inflytande och koncentrerar därför kraftlinierna i det magnetiska fältet, så att ett större antal af dem genomgår membranet. Denna telefon är mycket passande till receptor, men kan icke användas såsom transmitter, enär membranets vibrationer ega alltför liten amplitud för att kunna inducera strömmar.

å?Arsonvals telefon (se fig. 394) har äfven ringformiga magnet, men membranet erhåller här koncentriska poler, af hvilka den ena är belägen inuti trådspiralen och den andra fullständigt omgifver densamma.

FIG. 394.

Trådspiralens motstånd är 200 ohm. Dess båda ändar äro fastsatta under isolerade skrufvar i den mässingsdosa, som omgifver hela systemet. Membranet har 61 mm. diameter och 0,31 mm. tjocklek. Munstycket är af ebonit.

355. Böttchers telefon. - Denna är magneto-elek-trisk, men den skiljer sig från andra sådana telefoner däruti, att magneten icke, såsom eljest brukas, är fast förenad med ställningen, utan medelst skrufvar och ståltrådar hålles fritt sväfvande i denna. Härigenom lämnas tillfälle för magneten att deltaga i membranets vibrationer, men detta

sker i motsatta riktningar för båda. När membranet närmar sig till magneten, så att attraktionen förökas, närmar sig jämväl magneten till membranet. När denna åter aflägsnar sig, försvagas attraktionen, och äfven magneten går då tillbaka i sitt ursprungliga läge. Skilnaden mellan membranets och magnetens största och minsta afstånd är därför betydligt större än vid andra telefoner, hvarför styrkan hos de inducerade strömmarne bör kunna blifva större och apparatens verkan starkare.

Fig. 395 visar huru Böttchers telefon är inrättad, sådan den blifvit utförd af Schäfer & Montanus i Frankfurt am Main. m är membranet, under hvilket de tvenne ovala trådspiralerna692

I äro fästa vid magneten M. Denna är upphängd på två skrufvar J., A samt kvarhålles för öfrigt medelst skrufven B på så sätt i sitt läge, att dess vibrationer icke förhindras. Den är för den skull förenad med skrufvarne medelst ståltrådar. Järnkärnan till trådspiralerna är bildad af tre särskilda stycken järn i stället för såsom vanligt af ett massivt stycke. Meningen härmed är, att magnetismen hastigare skall antagas och af-gifvas. Polytornas afstånd från membranet är l mm. Medelst skrufvarne kan regleringen häraf lätt verkställas.

FIG. 395.

Apparaten är innesluten i en cylindrisk mässingsdosa af 14 cm. diameter och 5 cm. höjd, hvilken upptill är förenad med ett böjdt rör for ljudets meddelning. Vid dosans med en öppning försedda lock är membranet fastskrufvadt. När man talar nära till rörets öfre mynning, kommer membranet i vibration. Bäst är härvid att munnen hålles så nära mynningen som möjligt. Då apparaten begagnas såsom receptor, behöfver man icke hålla örat så nära mynningen, utan man kan tydligt höra på l meters afstånd därifrån samt till och med på ännu längre håll.

FIG. 396.

356. Elektro-kapillära telefoner. - Den franske fysikern Lippman har upptäckt ett ganska egendomligt elektro-kapillärt fenomen, hvilket utgör grunden till konstruktionen af flera apparater, som äro af stort intresse i vetenskapligt hänseende och som för flera undersökningar äro af vigt. Man kan visa fenomenet på följande sätt: Ett kärl a (fig. 396) står i förbindelse med ett böjdt kapillärt rör &, hvilket med den ena änden nedgår i ett andra kärl c. I kärlet a samt i större delen af det kapillära röret b finnes qvicksilfver, som står ända till m. Likaså finnes qvicksilfver på bottnen af kärlet c, men så att dess yta står under det kapillära rörets mynning. Detta kärl äfvensom den öfre delen af det kapillära röret är för öfrigt fyldt med svafvel-syrehaltigt vatten (innehållande J0 svafvelsyra). Genom platinatrådar, införda i qvicksilfret såväl i kärlet c som i röret 6:s nedra horisontala och utvidgade del kan en galvanisk ström införas. Äro nämnda trådar icke förenade, blifver järn vigtsläge t hos den bugtiga beröringsytan m mellan qvicksilfret och det syre-haltiga vattnet ostadigt och vacklande, men det blifver stabilt, när de törenas sinsemellan med en ledningstråd. Införes därjämte i ledningen en galvanisk stapel, t. ex. ett Daniells element, så att å ömse sidor om m en potentialskilnad uppstår, antager m ett nytt jämvigtsläge. Går strömmen genom vätskorna i riktning från H- till -, nedtryckes ytan m hastigt, men återtager sitt förra läge vid strömmens af brytning. Om strömmen går från - till -h genom apparaten, stiger ytan m. Såväl härigenom som genom andra försök har Lippman ådagalagt, att det gifves en bestämd relation mellan den kapillära yttensionen och den elektriska potentialskilnaden å Ömse sidor om den bugtiga ytan. Den polarisation, hvilken uppkommer genom det af strömmen utvecklade vätet, synes härvid vara bestämmande.

Fenomenet är omvändbart. Om man genom något meka niskt medel, t. ex. genom att sammantrycka eller förtunna luften öfver qvicksilfret i kärlet a, så att ytan m höjes eller sänkes, förändrar formen hos denna, så förändras äfven potentialskilnaden å ömse sidor därom i samma riktning som ytans utsträckning. Potentialskilnaden blifver sålunda större, när ytans storlek växer. Nedtryckes m, uppstår till följd häraf en ström

i riktning från + till - genom apparaten eller från - till -f genom den yttre ledningen. Höjes återigen m, går strömmen i motsatt riktning. Genom att uppmäta det tryck, som erfordras för en viss verkan, kan man kvantitativt undersöka fenomenet. Enligt Lippman växer yttensionen nära nog proportionelt med polarisationens elektromotoriska kraft, ända till dess ten-

FIG. 397.

sionen uppnått 1,47 gånger det värde den erhåller, då de båda platinatrådarne äro förenade med hvarandra. Potentialskilnaden är då ungefär så stor som vid ett Daniells element.

Äfven andra vätskor än svafvelsyrehaltigt vatten visa likartadt förhållande.

Den första tillämpning man gjorde af den utaf Lippman upptäckta företeelsen var for undersökningen af svaga strömmar. En sådan kapillär-elektrometer (se fig. 397) kan bildas af ettELEKTKO-KAPILLÄRA TELEFONER.

FIG. 398.

omkring en meter högt glasrör, utdraget i en fin spets vid den ena nedåt vända änden, hvilken nedstår i ett profrör J5. Båda rören gifvas vertikal ställning. Det långa röret innehåller qvicksilfver, profröret qvicksilfver jämte syrehaltigt vatten, Något qvicksilfver tränger fram genom den långa spetsen. Qvicksilfvermassorna i de båda rören stå i ledande förbindelse genom det syrehaltiga vattnet. En platinatråd är insmält i hvartdera röret, så att en ström kan ledas från den ena qvick-silfvermassan till den andra genom polskrufvarne « och p. Medelst ett mikroskop M, hvars axel är i horisontalt läge, kan man observera den bugtiga qvicksilfverytans ställning. Genom att sammantrycka luften i det kapillära rörets öfre del kan nämnda yta inställas i det ursprungliga läget, när en ström genomgår apparaten. Den med en manometer H uppmätta tryckningen hos luften gifver ett mått på den elektromotoriska kraften genom en tabell eller kurva. Apparaten utmärker sig i synnerhet genom den hastighet, hvarmed den angifver strömmens vexlingar. Äfven kunna ytterst svaga elektriska strömmar, hvilka genomlöpa ledningar med stort motstånd, på detta sätt undersökas, och apparaten har därför med fördel blifvit använd bland annat för fysiologiska forskningar.*)

Just den nyssnämnda egenskap, som utmärker de elektro-kapillära fenomenen, nämligen deras ögonblickliga framträdande med den orsak soin framkallar dem, gör möjligt att använda dem för konstruktionen af telefonapparater. Sréguet är den förste, som konstruerat en kapillär-telefon. Dess anordning synes af fig. 398. Telefonen kan begagnas såväl for afsändning som mottagning. T är ett glasrör, innehållande qvicksilfver. Dess utdragna spets nedstår i ett glaskärl V. På bottnen af detta finnes ett qvicksilfverlager och ofvanpå detta ett lager A af syrehaltigt vatten, så att den fina spetsen af röret icke når till qvicksilfret, utan står något däröfver. Två platinatrådar P och Q stå i förening med qvicksilfver-massorna i röret och kärlet. Från dessa trådar går ledningen

*) Beskrifning och afbildning till en af prof. Chr. Lovén konstruerad kapillar-elektrometer finnes i Karolinska institutets festskrifter till Köbenhavns universitets jubileum, 1879.

till motsvarande delar af en andra lika inrättad telefon. Öfver qvicksilfrets yta i röret finnes luft samt ett membran S. Talar man ofvanom detta, vid afsändningsapparaten, kommer luften i vibrationer, hvilka meddela sig åt qvicksilfret, och en följd af elektriska strömmar går till receptorn, där motsvarande vibrationer alstras och orden kunna uppfattas.

Chr. Lovén har konstruerat en annan kapillär-telefon, väsentligt olika den nu beskrifna. Den utgöres af ett kapillärt glasrör af högst 2 cm. längd, hvilket har mycket tunna väggar samt på midten är något förträngdt. Röret är fyldt dels med qvicksilfver, dels med en droppe utspädd svafvelsyra, hvilken sistnämnda upptager den smalaste delen af röret, så att qvicksilfret därigenom delas i två små från hvarandra skilda massor. I hvardera

änden af röret är införd och med lack fästad en mycket fin platinatråd. Härvid måste luften omsorgsfullt utestängas ur röret, ty i annat fall skulle ledningen snart afbrytas genom att en luftblåsa bildades vid förträngningen. Glasröret är medelst lack fast i vertikal ställning på midten af en granskifva, tunn som ett papper. Dess Öfre ände är med en silkesträd fastspänd vid ett horisontalt trästycke till en U-for-mad liten ställning af trä, anbragt på skifvan. Spänningen bör vara så stark, som apparatens styrka medgifver. Skifvan fast-hålles vid omkretsen mellan en ljud tratt och en glasröret omgifvande huf, båda af gran, hvilka äro hopskrufvade. Platinatrådarna gå till de vid ljudtratten fastade polskrufvarna. Apparaten är användbar både såsom transmitter och receptor.

Kapillär-telefonernas effekt är nära nog oberoende af afståndet. Sålunda fann Lovén icke någon förminskning af det meddelade ljudets styrka eller tydlighet, när telefoneringen egde rum genom en ledning, hvars motstånd motsvarade omkring 1,000 mil vanlig telegrafträd. Detta beror på det mycket stora inre motstånd, som i apparaten förefinnes, till följd hvaraf det yttre motståndets vexlingar äro mindre betydande. - Dessutom äro dessa telefoner synnerligt känsliga äfven för de svagaste strömmar, så framt dessa ega hög tension.

Dessa telefoner ega visserligen icke någon praktisk betydelse, men de äro af icke ringa vetenskapligt intresse.

357. Ochorowicz', Mercadiers in. fl. telefoner. -

Utom de nu anförda gifves det ett mycket stort antal telefonkonstruktioner, af hvilka vi här endast kunna anföra ett fåtal. Ochorowicz? telefon har en magnet, bildad af ett stålrör med omkring 40 mm. diameter och lika stor längd, hvilket är uppskuret längsefter. Detta rör är starkt magnetiserade och de båda sidorna af springan bilda polytorna, hvaröfver järnkärnorna till de båda trådspiralerna äro fastade medelst ett

T-formigt mässingsstycke. Trådspiralerna hafva hvardera 90 ohms motstånd och äro förenade i följd. Membranet är en 0,28 mm. tjock förtent järnblecksskifva med 57 mm. diameter.

Mercadiers bitelefon har två receptorer, förenade med en ståltråd af 2 mm. diameter, beklädd med kautschuk. Ändamålet härmed är, att telefonen skall blifva så lätt som möjligt, så att man utan olägenhet kan låta den qvarsitta vid öronen och lämna händerna fria. Por den skull borde följande vilkor uppfyllas: membranet gifves just den tjocklek, som erfordras för att samtliga kraftlinierna må kunna upptagas; membranets diameter förminskas ända till dess grundtonen och därmed harmonierande toner blifva högre än människorösten. Mercadier har funnit, att i detta fall kan man gifva apparaten ganska små dimensioner, så att efter dessa grunder konstruerade telefoner blifva, hvad ljudintensiteten beträffar, jämförliga med de vanligen använda, och öfverträffande dem i tydlighet. De båda delarne af bitelefonen hafva 3 till 4 cm. diameter och väga endast 50 gram hvardera. Hylsorna äro af ebonit och försedda med två små framsprang, som införas i öronen och qvarhållaa genom ståltråden, hvilken anbringas under hakan, hvarefter den genom sin spänstighet qvarhåller apparaten i sitt läge. Den cirkelformiga lilla magneten uppbär två trådspiraler af 75 ohm motstånd hvardera.

Termotelefoner äro helt olika de förut omtalade apparaterna för ljudets öfverförande, i det att vid dem vibrationsrörelsen beror på de genom värmet förorsakade molekylära utvidgningarna och sammandragningarna, som uppstå, när strömmar af vexlande styrka genomgå en ledare. Wiesendanger har först visat, att talet på så sätt kan telefoniskt återgifvas. Sedermera hafva Preece m. fl. konstruerat härpå grundade telefoner. Den af Preece uppfunna termotelefonen utgöres af en platinatråd med 15 cm. längd och 0,07 å 0,08 mm. diameter, hvilken tråd med ena änden är fäst vid ett stöd och hvars andra ände uppbär en pappskifva eller annat membran. Denna apparat kan användas såsom receptor vid Edisons koltelefon såsom transmitter. När de vexlande strömmarne genomgå den fina tråden, höjes och sänkes dennas temperatur hastigt, och på samma gång förändras dess längd. Den kommer sålunda i vibrationer, hvilka meddelas membranet.

Efter att hafva tagit mikrofonerna i betraktande, återkomma vi till telefonerna och deras tillämpningar.

358. Induktionsströmmar användande i stället för galvaniska strömmar vid telefoner. - Såsom vi af det föregående sett, gifves det åtskilliga telefoner, vid hvilka man icke gör bruk af magneto-elektriska strömmar, utan

8ådana, för hvilkas alstrande en särskild elektricitetskälla, en galvanisk stapel, begagnas. Erfarenheten har likväl visat, att om man omedelbart gör bruk af galvaniska strömmar för telefoneringen ljudet icke väl artikuleras. Järnstycket, som afslutar telefonens magnet, tager nämligen icke nog hastigt intryck af de genom sådana strömmar alstrade vexlingarna i magnetismen. Om man däremot begagnar dessa strömmar för att sätta en induktionsapparat i verksamhet och använder de så frambragta strömmarne for telefoneringen, talar telefonen långt tydligare. Gray gjorde redan bruk af en dylik anordning vid sin musikaliska telefon, men det var Edison, som först använde densamma vid taltelefonen, och sedermera har den allmänt begagnats för detta ändamål. Afsändningsapparaten förenas med ett lokalbatteri på så sätt, att dettas båda poler bringas i ledande förbindelse med den inre, grofva tråden till en induktionsrulle samt med apparaten, utan att genomgå linien. Induktionsrullens yttre, fina tråd står med den ena änden i ledande förbindelse med jorden, hvaremot den andra änden är förenad med linien, till följd hvaraf den sekundära eller inducerade strömmen genomgår linien samt mottagningsapparaten och därefter ledes till jorden. Genom denna anordning blifver i afsändningsapparatens ledning endast ett tämligen ringa motstånd, härrörande af själfva apparaten, stapeln och induktor-rullens grofva tråd. De oupphörliga vexlingar, som ega rum inom nämnda apparats motstånd och på hvilka telefonens verksamhet beror, erhålla då ett relativt tämligen stort värde. De motsvarande förändringarna i strömstyrkan blifva därför ock betydande, och de inducerade strömmarne måste då äfven erhålla större intensitet. Dessutom ega induktionsströmmarne stor tension, till följd hvaraf de kunna användas i ledningar med stort motstånd, och man kan därför med en stapel af några få element telefonera på ganska stora afstånd.

De dimensioner man använder för induktionsrullens trådar äro af icke ringa inflytande på telefonens verkan. Längden, diametern och antalet hvarf hos den sekundära ledningen böra afpassas efter den yttre ledningens motstånd. På en kort yttre ledning skulle en stor induktionsapparat gifva dåligt resultat, under det att en kort och tämligen grof sekundär ledningstråd vore lämplig. Detta är en omständighet, som är af vigt att iakttaga.

359. Hughes mikrofon. - En vigtig förbättring erhöll telefonen genom den af bokstafstryckstelegrafens berömde uppfinnare, amerikanen Hughes gjorda uppfinningen af mikrofonen, ett instrument, med hvars tillhjälp telefonens användbarhet i hög grad förhöjes. Mikrofonen kan göra äfven de svagasteHUGHES MIKROFON.

699

FIG. 399.

ljud hörbara, och spelar därför inom akustiken samma rol som mikroskopet inom optiken. Men den kan därjämte användas såsom en telefonisk transmitter eller af-sändningsapparat. De vibrationer, som framkallas hos densamma, förvandla nämligen en konstant galvanisk ström till undulatorisk, hvilken sedermera i en telefon kan alstra ljudvibrationer, stundom långt starkare än de ursprungliga.

Den anordning af mikrofonen, som Hughes fann lämna de bästa resultat, är den fig. 399 visar, i verkliga storleken. A är en liten stång af retortkol, försedd med en spets vid båda ändarne, hvilka stödjas af två urhålkade kolstycken C och Ö. Dessa äro fastade vid en tunn träskifva B, som återigen, om den är vertikal, kan vara anbragt på en horisontal tjockare skifva såsom fot (se D i fig. 400). Kolstången A bör endast lätt uppehållas af de båda stöden, så att den,

FIG. 400.B

när den beröres, vacklar i sitt läge. Från det ena stödet O utgår en ledningstråd x, stående i förbindelse med en stapels .f pol, samt från den andra y en dylik tråd, som förenas med en telefon och genom denna med stapelns - pol. Strömmen från stapeln genomgår således kontakterna mellan kolstången och stöden, ledningstrådarne och telefonen. Om nu ett svagt ljud frambringas vid skifvan D, t. ex. genom att man lätt för en fjäder däröfver, eller genom att en insekt går däröfver, höres» det därigenom alstrade ljudet i telefonen, äfven om det vore allt för svagt för att omedelbart kunna uppfattas.

Huru mikrofonen verkar är, åtminstone hvad hufvudsaken beträffar, lätt, att inse. Genom den rörelse, hvari skifvan J? försättes, förändras oupphörligt läget af de spetsar, på hvilka kolstången stödes. Men härigenom komma ock de ytterst små beröringsytorna, som förefinnas mellan stången och stöden, äfvensom tryckningen mellan dessa att ständigt förändras, och motståndet för den elektriska strömmen är till följd däraf ock underkastadt motsvarande vexlingar. Strömmen blifver därför icke konstant, men undulatorisk och frambringar uti telefonea vibrationer, svarande mot dem, i hvilka mikrofonen blifvit försatt. Intensiteten hos det sålunda alstrade ljudet kan vara större eller mindre än det ursprungliga. Det är endast i fall det sistnämnda är mycket svagt, som man erhåller starkare ljud. Vid en viss styrka hos det ursprungliga ljudet, blifver det af apparaten lämnade lika starkt, men för starkare ljud eger i stället en försvagning rum. Mikrofonen förstärker således ingalunda alltid, utan endast de svaga ljuden.

Kontaktmotståndet i mikrofonen varierar mellan vidsträckta gränser, mellan 0,5 och 100 ohm; vanligen är det dock omkring 5 ohm. Det växer, när trycket och strömstyrkan tilltaga. Enligt Beckmanns försök skulle motståndet variera nära nog i omvändt förhållande till dessas qvadrat och for öfrigt alltid vara större för en konstant än för en undulatorisk ström. - För öfrigt har man funnit, att på det att ett mikrofoniskt kontakt skall vara ändamålsenligt, böra kolen vara polerade och kontaktpunkterna rörliga, men att kolstången bör ega ringa, tröghet. Man kan föröka effekten genom kolets uppvärmning.

Åtskilliga teoretiska undersökningar äro utförda beträffande mikrofonen. Vi inskränka oss till att anföra några resultat, som Wietlisbach härledt. Antag först, att en mikrofon och en telefon ligga i samma strömkrets, så att följaktligen icke någon induktionsrulle begagnas. Det visar sig då, att de låga tonerna, företrädesvis återgifvas genom apparaten, så att de höga icke lika lätt erhållas. Klangfärgens förändring kan då endast undvikas vid helt små amplituden Storleken af den öfverförda amplituden är omvändt proportionel mot strömkretsens mot-

«tånd. - Om däremot den direkta strömmen endast genomgår mikrofonen och den primära ledningen till en induktionsrulle, hvars sekundära ledning står i förbindelse med telefonen, så finner man, att det blifver möjligt att bibehålla klangfärgen oförändrad vid ljudets öfverförande från mikrofonen till telefonen, äfven vid stora amplituden Dessas beroende af motståndet i telefonledningen kan för öfrigt efter behag regleras inom vissa gränser. - Vid jämförelsen mellan ljudets öfverförande genom mikrofon och telefon eller endast mellan telefoner, visar teorien, att i sistnämnda fall alltid de höga tonerna företrädesvis göra sig gällande, men med mikrofonens tillhjälp har man i sin makt att bibehålla klangfärgen eller ock att låta vare sig höga eller låga toner utöfva det största inflytandet.

I självfva verket gör man äfven nu mera vid större telefonanläggningar allmänt bruk af mikrofonen såsom afsändnings-och telefonen såsom mottagningsapparat.

36O. Mikrofoner med flera kontakter. - Hughes mikrofon har undergått flerfaldiga modifikationer. En ganska vigtig förbättring, som den erhållit, är användandet af flera kontakter i samma apparat. Man har anbragt dessa såväl för qvantitet som tension, d. v. s. antingen så att strömmen förgrenats till de särskilda kontakterna, till följd hvaraf mot ståndet förminskats, eller ock så att strömmen utan förgrening gått från det ena till det andra kontaktet, hvarigenom motståndet blifvit lika med summan af de särskilda kontakternas motstånd. Den första anordningen är i allmänhet den fördelaktigaste.

Man har konstruerat ett stort antal olika mikrofoner med flera kontakter, men vi kunna här endast redogöra för ett fåtal af dem.

Crossley i Halifax har konstruerat den i fig. 401 afbildade mikrofonen, hvilken gifver goda resultat. Den har sex kolstänger med spetsiga ändar. Ett med urhålkningar försedt kol-

FIG. 401.

stycke innehåller den ena änden till samtliga stängerna, under det att de andra ändarne hvila mot hvar sitt kolstycke, af hvilka tre och tre äro sinsemellan förenade med ett metallstycke. Hela apparaten hvilar på en tunn träskifva. Strömmen inkommer genom det ena metallstycket, passerar först genom tre af kolstängerna till det mellersta kolstycket, därifrån genom de tre återstående kols tängerna till det andra metallstycket. Det är uppenbart, att genom en sådan anordning icke blott det motstånd strömmen lider vid gången genom mikrofonen blifver mindre, utan äfven den skadliga inverkan, som en stark ström utöfvar på kontaktet, förhindras.

Vid Crossleys nyare mikrofoner användes endast fyra kolstänger, anbragta på sätt fig. 402 visar, efter sidorna af en parallelogram. Stängernas ändar stöda mot prismatiska kolstycken, hvilka äro urhålkade och fastskrufvade vid ett furubräde. De kolstycken RRf, som finnas vid parallelogrammens spetsiga ändar,Mnfora strömmen.

FIG. 402.

FIG. 403.

Aders mikrofon, hvilken i Frankrike erhållit vidsträckt tillämpning, är afbildad i fig. 403. Här finnas tio små kolstänger A, A..., som uppbäras af tre tvärstycken 5, C, D, äfven af kol, fastade på ett litet furubräde. Stängernas diameter är 10 mm., men vid ändarne ega de blott 4 mm. diameter. Något större äro de hål, som äro uttagna i tvärstyckena, så att kolstängerna röra sig med tillräcklig frihet. Strömmen införes vid B och D medelst små kopparbleck.

Den nedre delen af fig. 403 visar en tvärskärning af Aders mikrofon, sådan denna var inrättad för ljudets öfverförande på telefonisk väg från stora operan till industripalatset under elektricitetsutställningen i Paris. Mikrofonen uppbars i detta fall af en blyskifva P, hvilken hvilade på fyra fötter af kautschuk, på det att de skakningar, som golfvet på scenen var underkastadt, icke måtte fortplantas till mikrofonen.

Man kan för öfrigt förändra Hughes mikrofon på flerfaldigt olika sätt och äfven väsentligt förenkla den. Sålunda har Trouvé konstruerat mikrofoner i form af en cylindrisk dosa, hvars båda baser utgöras af kolskifvor. I dessa äro fördjupningar uttagna, så att en stång af kol eller af metall med kol-spetsar lätt kan oscillera kring stödpunkterna. Upphänges dosan i de båda ledningstrådarne på ett stativ, och trådarne på vanligt sätt förenas med ett element och med en telefon, blifver ljudet, som meddelas genom stativet, t. ex. medelst ett på dettas fot lagdt ur, knappast hörbart, men däremot bringa de ljudvibrationer, hvilka genom luften öfverföras till apparaten, denna i verksamhet, och röstens klangfärg kan sålunda ganska väl återgifvas.

Ännu enklare mikrofoner kunna likväl anordnas, och redan Hughes gjorde försök därmed. Han lade två järnstift eller spikar parallela på en träskifva och ett tredje stift vinkelrätt mot de förra och ofvanpå dem. De båda förstnämnda stiften förenades med hvar sin af en stapels poler, och i ledningen infördes en telefon, så att strömmen genomgick telefontråden, ledningstrådarne samt de tre stiften. Det mikrofoniska kon-taktet egde rum, där stiften berörde hvarandra. Härigenom erhåller man en om ock ofullkomlig mikrofon. Det synes häraf, att äfven järnet kan användas för mikrofon-kontakter, och detsamma är förhållandet med åtskilliga andra ämnen, t. ex. platina, hvilket till och med i vissa fall är öfverlägset kolet i detta hänseende.

Vid några mikrofoner gör man bruk af små kolstycken, anbragta i en låda och pressade mellan två metallskifvor eller i ett rör mellan två större kolstycken. Äfven metallspån m. m. dylikt kunna begagnas i stället för kol. En anmärkningsvärd mikrofon af detta slag härrör af TSlytli. Denne använde små

stycken af kolafiall. Kolen läggas i en låda mellan två stycken förtenta järnbleck. Enligt Blyth skulle tre sådana mikrofoner, upphängda likasom taflor mot väggarna i ett rum, vara tillräckliga att, under inflytande af strömmen

från ett enda Leclanchés element, göra hvarje buller i kammaren hörbart i en med mikrofonerna förenad telefon. - Äfven förtjänar nämnas, att Blyth funnit, att sådana mikrofoner kunna verka utan stapel, om man gjuter något vatten på kolen. Du Moncel har på detta sätt anordnat en ganska duglig mikrofon. I en öppen låda lades tämligen små stycken retortkol mellan en zink- och en kopparskifva, hvarefter kolen fuktades. Icke endast ljudet från ett ur eller en speldosa kunde på så sätt öfverföras, utan jämväl talet, till och med bättre än med en vanlig mikrofon.

Såsom vi snart skola visa, har man numera inom den praktiska telefonien med stor framgång ersatt kolstängerna med kol i form af helt små stycken.

En italiensk fysiker Calzecchi-Onesti har försökt ersätta mikrofonen i en telefonisk ledning med en vibrerande kropp, t. ex. en sträng eller en Chladnis klangskifva, hvilken under vibrationen åstadkommer ett föränderligt motstånd vare sig själf eller genom de kontakter den inför i ledningen.

361. Berliners universal-transmitter. - I Tyskland har den af I. Berliner i Hannover uppfunna mikrofonen

FIG. 404.

vunnit vidsträckt tillämpning. Eig. 404 visar dess anordning. Ett kolstycke, som nedtill är försedt med ett antal koncentriska

ringar med kilformig tvärskärning, innehålles i eri mässings-hylsa. På något afstånd under kolstycket kommer ett membran, som består af kol och glimmer. Mellanrummet fylles med kolkorn. Membranet har samma diameter som mässingshylsan och fastklämmes med ett öfverstående lock. Vanligen gifves membranet vid denna mikrofon horisontalt läge, men stundom begagnas äfven stående membran. Por ljudvågornas införande användes en trumpetlik ljudtratt, vanligen af gummi. Vid några försök, som i Munchen gjordes med denna apparat, användes för strömmens frambringande två i följd ställda Daniells element, och man införde i ledningen till telefonen olika motstånd. Ännu med 4000 ohm hördes rösten klar och tydlig, med 10000 ohm kunde ljudet knappast uppfattas. Potentialskilnaden vid den primära ledningens poler var l volt, och om framfor mikrofonen alstrades en ständig följd af ljudvågor, erhölls 1,12 volt, hvilket nära motsvarade 12 proc. förhöjning i kontaktsmotståndet. Denna förökning i motståndet är utmärkande för mikrofoner med pulverkontakt. Det visar sig äfven, beträffande den förändring i motståndet, som uppstår vid vexlande tryck, att under det att densamma vid de mikrofoner, som ega ofullkomligt kontakt, geometriskt representeras genom en sinusoid, detta icke längre är händelsen med pulvermikrofonen. Detta beror på de oregelbundna beröringsytor, som erhållas vid de små kolkornens förändrade lägen under vexlande tryck. Äfven blifva förutsättningarna för apparatens verkan olika mot förut i fall kolpulvret omskakas.

362. Blakes transmitter. - Den för praktiskt ändamål mest begagnade mikrofonen torde vara den af amerikanaren Blake konstruerade transmittern, hvilken jämte Bells telefon såsom receptor är i bruk vid en mängd stora telefonanläggningar såväl i Europa som Amerika. Jämväl i Sverige är den ännu flerestädes begagnad. Vi skola nu redogöra för denna apparat, sådan den användts vid Bellbolaget i Stockholm. *)

Transmittern är innesluten i en liten trälåda, hvilken döljer alla dess delar med undantag för membranet, hvaraf man ser en del genom ett rundt hål i munstycket, hvilket är insvarfvadt i självfva locket. Fig. 405 visar apparaten, uttagen ur lådan och sedd från sidan. Fig. 406 lämnar en afbildning i mindre skala af såväl transmittern som receptorn samt ringverket, af hvilken den förra synes nedtill, men så att lådans lock är öppnadt. På inre sidan af detta lock är en ringformig järnram A fastskrufvad, hvari membranet är anbragt. Detta

*) Efter ett meddelande till l:sta uppl. af detta arbete af telegraf-direktor Bratt.

är en cirkelformig skifva af järnplåt med 7 cm. diameter, och det omgifves vid kanten med ett gummiband, spändt så, att det betäcker vid pass 4 mm, af kantens båda sidor. Membranet qvarhålles dels af en fjäderklämma af mässing, som hvilar mot gummibandet, och dels af en stålfjäder. Denna är på änden öfverdragen med kautschuk och framskjuter till nära midten af membranet; hvilket genoiti gummibandet och kaut-

schuksöfverdraget är isoleradt från järnramen A. Från de öfre och undre kanterna af denna ram utgå korta armar. Vid den öfre armen är fastsatt ena änden af en fjäder, hvars andra ände är nitad vid en järnklove C, uppbärande två fjädrar D och E. Fjädern D är isolerad från klofven och genom en tråd

FIG. 405.

förenad med lockets öfre gångjärn, hvilket i sin ordning är förenadt med klämskrufven d. Den fria änden af fjädern D hvilar mot membranet och är försedd med ett kontaktsstift af platina, hvaremot hvilar ett kolstycke, fastsatt medelst mässings-infattniog vid den fria änden af fjädern E. Denna är i metallisk kontakt med klofven C och därigenom med ramen A, hvilken åter genom en tråd är förenad med lockets nedra gångjärn. Den nedre böjda delen af klofven G hvilar mot en ställskruf, som är inpassad i ramen A:s nedra arm. Genom att vrida skrufven åt ena eller andra hållet, pressas fjädrarne D och E mer eller mindre hårdt mot membranet och mot hvarandra.

Induktionsrullen är anbragt i undra venstra hörnet till trälådan, på sätt af fig. 406 synes. Dess primära ledning är för-BLAKES TRANSMITTER.

707

enad med det undre gångjärnet, äfvensom med klämskrufven c, så som fig. 405 närmare visar. Den sekundära ledningen är förenad med klämskrufvarne a och 6, hvilka tillika förenas med de till telefonen vid mottagande stationen ledande trådar. Ett

FIG. 406.

Leclanchés element, hvars poler äro vid + och - (fig. 406), sänder strömmen genom fjädrarne D och 23 samt induktions-rullens primära ledning.

Gångjärnen i lådan äro försedda med fjädrar, fastsatta å ena halfvan af gångjärnet och pressande mot den andra, för att åstadkomma pålitlig kontakt.708 TELEFONEN OCH MIKBOFONEN.

Det är lätt att inse, huru denna apparat verkar. När man talar framför membranet, kommer detta i vibration, hvarvid kontakten mellan platinaspetsen och kolet förändras, så att motståndet hos den primära ledningen i induktionsrullen undergår hastiga större eller mindre vexlingar. Den primära strömmen blifver sålunda undulatorisk. Härigenom induceras i den sekundära ledningen motsvarande ständigt vexlande strömmar, hvilka genomgå linien L och jordledningen l samt i den mottagande stationens telefon frambringa vibrationer, öfverensstämmande med dem, som alstras i transmitteras membran.

Såsom receptor begagnas handtelefonen, hvilken vi beskrifvit och afbildat i § 349. Den är bragt i samband med transmittera på sätt fig. 406 visar.

Yi vilja äfven omnämna, huru det for signalering erforderliga ringverket anordnas i sammanhang med transmittera och receptorn. Det är anbragt i en trälåda öfver den, hvilken innesluter transmittera, såsom af fig. 406 synes, hvarvid locket antages vara öppnadt. Båda lådorna fästas vid en vertikal träskifva. Man begagnar för ringverkets drifvande en magneto-elektrisk maskin. Stålmagneterna stå på trälådans botten, och nära denna mellan magneternas poler finnes en Siemens induktor, hvilken genom en vid lådans sida anbragt vef jämte en inuti henne varande snörtrisseutvexling bringas i rotation, när man vill signalera. När apparaten icke är i verksamhet, är handtelefonen upphängd på den yttre gafielformade änden till den tvåarmade häfstången A'. Denna nedtryckes därigenom, hvaremot den inre änden höjes, så att häfstången kommer i kontakt med fjädern 2, hvaremot kontakten med fjädrarna 3, 4 och 5 afbrytas. Fjädern l är alltid i beröring med häfstången, 3 och 5 sluta transmitterstapeln och 4 inkopplar handtelefonen i linien. När man upphänger handtelefonen, kommer följaktligen strömmen från nämnda stapel att afbrytas, hvarjämte handtelefonen frånkopplas och ringverket inkopplas genom fjädern £. Strömmen från den magnetoelektriska maskinen genomgår linien och sätter de båda elektriska ringklockorna på mottagande stationen i verksamhet. När man sedermera aflyfter handtelefonen, drager en spiralfjäder häfstången uppåt, och apparaten är i ordning för telefo-nering. Åtskilliga modifikationer

användas för öfrigt, i synnerhet för att till- och frånkoppla den magneto-elektriska maskinen från ledningen. Ofta sker detta genom att vid signaleringen trycka på en knapp, anbragt frampå eller under ringverket.

363. L. M. Ericssons mikrofoner. - I Sverige och äfven i utlandet hafva de af L. M. Ericsson i Stockholm upp-L. M. ERICSSONS MIKROFONER.

FIG. 407.

funna mikrofonerna vunnit stor tillämpning. De utmärka sig genom ovanligt omsorgsfullt utförande samt artikulera ljudet mycket väl. Den först använda trän smit tern företer en egendomlig anordning (se fig. 407). Den utgöres af en mikrofon med ett horisontalt membran, öfver hvars midt en ljudtratt koncentrerar ljudvågorna. Membranet är med ett mjukt mellanlägg föst vid apparatens metallställning. Vid membranets midt och nedtill är en liten kol skifva anbragt, hvilken trycker mot mikrofonstångens öfre del. Denna stång står vertikalt, nedtill uppburen af ett mässingsstycke, hvars öfre yta är försedd med en platinabeläggning. Stången själf utgöres af en mässingstråd med utvidgade och afrundade ändar, af hvilka den öfre, som berör kolskifvan, är belagd med platina, och den undre utgöres af ett litet kolstycke, hvilket trycker mot platinabeklädnaden på mässingsunderlaget. Strömmen från batteriet genomgår mikrofonen, i riktning nedifrån uppåt, samt en induktions-rulles primära tråd. Den motsvarande sekundära tråden står dels i förening med jorden, dels med linien. Genom en spiralfjäder vid mikrofonens undre del hålles mässingsstycket upplyft mot mikrofonstången, och kontaktet regleras genom en nedtill varande skruf. *)

Denna justering kan dock endast väl verkställas af en därvid van person, och detta är en olägenhet, som kan våra af betydenhet, då apparaterna användas å platser, där ej noggrann tillsyn kan påräknas. Tör detta fall är den i fig. 408 afbildade mikrofonen att föredraga. Vid midten af membranet m är med en skruf fastsatt en mässingshållare, som uppbär den smala kolstången k. Denna utsträcker sig i horisontalt läge efter membranet. Mot Jc hvila i snedt lutande ställning sex stycken runda mässingsstänger M, hvilka upptill äro försedda med kolinfattningar K och nedtill stå på hvar sin platinaspets p. Dessa spetsar uppbäras i sin ordning af den horisontala och med &

) För vidare detaljer se C. A. Nyström Handbok i Telefoni, p. 75.

parallela mässingsstången A, som vid midten är afskuren, så att tre af stängerna M stå på hvar sin hälft af A. Strömmen

från batteriet går genom en af dessa hälfter och de därpå hvilande platinaspetsarne till de' motsvarande stängerna M, vidare genom kolstången Jc till de återstående stängerna M9 till den andra hälften af A och vidare till induktionsrullen och till batteriets andra pol. När membranet vibrerar under ljudvågornas inflytande, förändras kontakterna vid stängerna M:s stödpunkter, i följd hvaraf de erforderliga vexlingarna i strömstyrkan uppstå.

Senare har L. M. Ericsson öfvergått till kolpulvermikro-fonen, hvilken af honom erhållit en hög grad af fulländning. Apparaten gifves den form fig. 409 antyder. Kontaktet eger här rum mellan kolskilvan A och det grofva kolpulvret B. Skifvan är likasom vid Berliners mikrofon försedd med koncentriska spår. Kolpulvret får fritt falla mot membranet D. En elastisk ring C går tätt mot membranet och kring kol-skifvan. Å membranet, som är af tunt järnbleck, är fäst ett tunt bleck af platina eller förgylld koppar, hvilket betäcker ungefär halfva dess yta och är försedt med utstansade spetsar, ingående i koipulvret. Mikrofonen är dessutom genom en tapp F anbragt i en arm eller hållare, så att den kan vridas rundt omkring. Härvid uppluckras det löst liggande kolpulvret och ordnar sig i ett nytt läge kring spetsarne. I anseende till mikrofonens vridning får den ena ledningen gå isolerad genom tappen, under det att den andra ledningen går genom mikrofonens metallmassa och genom den mikrofonen uppbärande armen.

Fig. 410 (sid. 712) visar anordningen af Ericssons kombinerade mikrofon och telefon; fig. 411 lämnar ett led-

ningsschema härför. Här beteöknar l1 handtelefonen, M mikro-

FlG. 408.L M. ERICSSONS MIKIIOFONEB. 711

fonen, S det af två Leclanchés element bestående batteriet, ZY K dettas polskrufvär, i induktionsrullenv O Omkastaren, -R ringverket, m den magneto-elektriska maskinens induktor jämte handtaget, med hvilken signal gifves, då man vill telefonera, l åskledaren, Z/1 ock Lll de polskrufvar, hvilka sätta apparaten i förbindelse med de båda ledningarna till centralstationen i ett telefonnät eller med en andra apparat. Om blott enkel ledning användes, sättes genom polskrufven J skrufven

FIG. 409.

Lll i förening med jorden. I fall ingående signaler skola blifva hörbara äfven på ett aflägsnare ställe; sättes därstädes en extra ringklocka, till hvilken ledningarna infogas vid

Kl, Kl. ' _ -.. ;- . . . ;'-o- , ;:' .-" . '='-.-; ., ';'"'. .-" . Om vi tänka oss två sådana apparater förenade genom en linie vid Ll och jorden vid J^ öker telefonering mellan dem på följande sätt: i&är man vill telefonera, fästes mottagiiings-stationens uppmärksamhet genom att vrida på handtaget till den magneto-elektriska maskinen m å afsändningsapparaten,712

TELEFONEN OCH MIKEOFONEN.

hvarvid inducerade strömmar af vexlande riktning genomgå, vid denna apparat Omkastaren O, hvilken då har kontakt vid l, emedan den ned tryckes af den på häfs tången upphängda handtelefonen T, och vidare till Ll och linien till mottagningsapparaten och kommer genom dennas kontakt l samt omkastare till ringapparaten R. När sedermera man å afsändande stationen talar framför mikrofonen, åstadkommes i den primära trådlindningen till induktionsapparaten ett föränderligt mot-

FlG. 410.

FJG. 411.

stånd. Om man vid afsändande stationen upplyft handtele-fonen T från sin klyka å Omkastaren, uppstår kontakt vid 2 och därigenom slutes ledningen från batteriet B till i:& primära ledning, hvarjämte, genom mikrofonens föränderliga motstånd, strömstyrkan oupphörligt vexlar och undulatoriska in-duktionsströmmar alstras i den sekundära trådlindningen till L Dessa gå genom T till Ll samt genom linien till mottagningsstationen, och om äfven här b and telefon en är upplyftad, går strömmen därigenom och till jorden. Den sistnämnda telefonensFIG. 412.

TELEFONSYSTEM MED ANVÄNDANDE AF KONDENSATOKER. 713

membran kommer härvid i vibrationer, motsvarande de, hvilka frambringas hos membranet i afsändningsapparatens mikrofon.

364. Telefonsystem ined anyändande af kondensatorer. - Vi hafva i det föregående (§ 347) visat, att redan vid början af försöken öfver ljudets öfverförande medelst elektricitet man tog kondensatorer hjälp i anspråk. Mera gånger sedermera hafva uppfinningar i denna väg framträdt, och vi skola här i korthet anföra de förnämsta af dem, hvilka äro af intresse i flera hänseenden, ehuru de visserligen ännu icke fört till resultat af större betydelse för praktiken.

Dolbears telefonsystem. Ett amerikanskt telefonsystem, härrörande af Dolbear, blef för första gången allmännare bekant i Europa under elektricitetsutställningen i Paris 1881 och ådrog sig då icke ringa uppmärksamhet genom luftkondensatorn^ tillämpning. Såsom afsändnings-apparat kan hvilken mikrofon som helst, försedd med induktionsrulle, användas, men mottagningsapparaten är en luftkondensator. Fig. 412 visar dennas anordning i dess enklare form. Den utgöres af två mycket tunna metallbleck G och D, fästa på omkring | millimeters afstånd från hvarandra uti en hylsa af ebonit i två delar. Den ena åt C vända delen hålles mot örat och är tratt-formad, den andra är försedd med en knapp, tjänande/såsom handtag. Efter knappens medellinie går en skruf, som beror

skifvan 17 och tjänar till att hålla denna i det ändamålsenligaste läget till den främre vibrerande skifvan:\C. Det är endast den sistnämnda af de båda skifvorna, som vibrerar, hvaremot skifvan D såväl genom det sätt hvarpå den är fäst vid kanten som genom den nyssnämnda skrufven förhindras att deltaga i vibrationen. Afståndet mellan skifvorna kan i någon mån regleras med skrufven. De båda skifvorna stå genom två skrufvar vid A i ledande förening med induktionsrullens sekundära trådspiral och utgöra på sätt och vis dennas afslutning. När man afbryter den primära ledningen till induktionsrullen, gifver det sig i telefonen tillkänna genom ett starkare eller svagare ljud, hvilket tydligt kan höras,

om man håller apparaten nära örat. Gror man bruk af Helmholtz' strömbrytare, så att den primära strömmen ständigt slutes och afbrytes medelst en stämgaffels vibrationer, kan man med telefonen iakttaga stämgaffelns ton. Användes en vanlig transmitter, kan man med Dolbears telefon som receptor återgifva hvilka ljud som helst.

Apparatens verkan kan förklaras på följande sätt: Den elektromotoriska kraft, som i den sekundära ledningen i induk-tionsapparaten är verksam, åstadkommer en laddning af oliknämnig elektricitet hos de båda skifvorna C och D. Till följd häraf drages den förstnämnda af dem mot den andra orörliga skifvan, men går tillbaka genom sin elasticitet. Att sålunda vibrationer kunna alstras i skifvan C, motsvarande de, som ega rum i afsändningsapparaten, är lätt att inse. Man finner äfven, att det icke är oundgängligt nödvändigt att båda skifvorna förenas med induktionsrullen, utan att om endast den ena skifvan laddas, i alla fall den fria skifvan kan sättas i rörelse, emedan den laddade skifvans elektricitet fördelar elektriciteten hos den andra skifvan, hvilken då lämpligast bör sättas i ledande förbindelse med jorden.

Herz' telefonsystem. I Frankrike har man för några år sedan anställt försök med ett af Cornelius Herz *) härrörande telefonsystem med kondensatorer, företrädesvis afsedt för telefo-nering på betydande afstånd. De svårigheter, man då har att öfvervinna, bero väsentligen på de genom induktionsströmmar samt elektriska jord- eller atmosferiska strömmar uppkommande verkningar, hvilka äro så mycket mera störande, ju mindre amplituden är hos de begagnade undulationsströmmarne. Herz bar därför sökt dels att förstora dessa amplituder, utan att den talandes röst behöfver höjas, och dels förhindra de främmande strömmarne att framgå genom telefonledningen. Han vinner det förstnämnda syftet såväl genom att begagna deriva-tionsmetoden för strömmen till mikrofonen, som genom att denna får flera kontakter, ehuru med föga motstånd, och slutligen genom induktionsströmmar af längre varaktighet. För att hindra främmande strömmars inverkan begagnas samma medel som vid underhafskablar, nämligen införandet i ledningen af en kondensator eller ock af en "diffuseur", anordnad ungefär som åskledaren vid telegrafer med spetsar eller kammar.

Mikrofonen, hvilken tjänar såsom afsändningsapparat, har gifvits olika anordningar. Yid en sådan finnas tolf kontakter,

*) Denne Herz, hvars namn blifvit så sorgligt ryktbart genom Panamaskandalen, är icke att förblanda med den berömde tyske fysikern Hertz (se sid. 11).

bildade af skifvor utaf kol eller pyrolusit, hvarpå hvila spetsar af samma ämne, uppburna af en hafstång, hvars tryckning regleras genom en fjäder. Skifvorna äro fösta på ett vibrerande membran. Strömmen från hvartdera af de tolf elementen i batteriet går genom motsvarande kontakt, men på så sätt, att för densamma två vägar finnas öppna, den ena genom mikrofonen, den andra genom linien. Denna derivationsledning användes såväl för att förminska det motstånd, de tolf kontakterna utöfva, som ock för att föröka de relativa vexlingarna i apparatens motstånd.

Gibboney-Thomsons telefonsystem. Äfven här begagnas kondensator i ändamål att delvis ersätta indaktionsrullen under samtalet. Eör öfrigt utmärker sig detta system genom att icke någon galvanisk stapel begagnas för mikrofonen och att de magneto-elektriska maskinerna hos abonnenterna ersättas med en vid telefonföreningens centralstation anbragt vexelström-maskin. Denna har sådan period, att de strömmar därifrån,

hvilka genomgå handtelefonen, icke kunna alstra något hörbart ljud. Samtliga telefonlinierna äro strömförande, så länge icke hörtelefonen är upplyftad, men när detta sker, afbrytes för ett ögonblick ledningen, och samma ström, förstärkt med «n särskild apparat, tjänar tillika för att från centralstationen bringa i verksamhet ringverket i den mottagande apparaten. Likaså vid samtalets slut, när hörtelefonen åter Upphänges. Yexelströmmarne transformeras med en induktionsapparat till lägre spänning, innan de genomgå mikrofonen, och de sammansatta undulationerna, hvilkas beskaffenhet af fig. 413 antydas,

FIG. 413.

gå genom linien till mottagande stationen. Y id denna kommer kondensatorn till verkan, i det att densamma, hvars kapacitet är rjnga, icke märkbart inverkar på vexelströmmarne från maskinen, under det att den utgör en brygga för de strömmar, hvilka öfverföra ljudet utan att genomgå receptorns induktions-apparat. Härigenom försvagas Självinduktionen.

365. Telefonsystem för korta ledningar. - Där

det är fråga om anordnande af telefonering på korta afstånd, t. ex. inom en bygbnad, kan man göra bruk af ganska enkla inrättningar. Vi skola anföra ett par exempel härpå.

Tryckknapptelefoner. Barbier i Paris har konstruerat helt små hörtelefoner, hvilka äro afsedda för telefonering från ett rum till ett annat i samma byggnad. De hafva form af en tryckknapp till en elektrisk ringledning, och de kunna äfven begagnas tillsammans med eller anbringas å en redan befintlig sådan ledning, hvars trådar, ringverk och indikatorer äfven kunna har användas. Tryckknapptelefonen utgöres af en svarfvad och fernissad trädosa, å hvars midt finnes en elfenbens-knapp, mot ^hvilken man trycker för att gifva signal. I trädosan innehållas de särskilda delarna till telefonen, nämligen utom kontaktet för signalinrättningen, en magnet, en spiral af fin tråd och dess kärna af mjukt järn. Membranet, såsom vanligt ett tunt järnbleck, bildar jämte ljudtratten apparatens bortre sida. Apparaten är med fyra fjädrar fastsatt vid en äfven metallisk sockel, från hvilken den lätt kan lösgöras. Då apparaten är (ästad, stöder den sig genom ett litet stycke af härdad kautschuk på en fjäder, som trycker telefonen ur ledningen. När den lösgöres, kommer genom samma fjäder telefonen i förbindelse med ledningen. Fig. 414 visar en af de former denna telefon gifves.

Vid det ställe, t. ex i köket, där ringverket och indikatorn, om sådan finnes för angifvande af den apparat, från hvilken signaleras, äro uppställda, bör jämväl en telefon anbringas, men utan knapp, emedan därifrån signaler icke behöfva sändas. Vill man likväl kunna därifrån gifva signaler i olika riktningar, behöfver man icke anbringa ring verk och stapel i hvarje rum^ utan kan man i stället medelst en induktions-rulle frambringa signaler, ty härigenom uppstår ett ljud, tillräckligt starkt för att fästa uppmärksamheten. Fig. 415 visar till venster telefonapparaten och till höger huru signaleringsapparaten är beskafiad, när man gör bruk af induktionsrulle. Telefonapparaten innehåller, på sätt fig. 415 antyder, såväl hörtelefon som mikrofon. Men vid denna anordning böra samtliga telefonerna innehållas i ledningen, och för att hindra, stapeln att försvagas, gör man bruk af fyra små voltametrar eller accumulatorer, hvilka anbringas mellan telefonen och tryck-knapparne och som hålla den galvaniska strömmen i jämvigt, utan att hindra telefon- och induktionssignalströmmarne. Dessa

FIG. 414.

accumulatorer äro små ebonitrör, fyllda med en fuktig alkalisk deg med två järnelektroder, och polariseras redan efter en

FIG. 415.

bråkdel af en sekund, hvarefter de fullständigt hindra den galvaniska strömmens genomgång.

Stockholms Bett-bolags rumstelefonsystem utmärker sig genom enkelhet och särdeles ändamålsenlighet och har hos oss redan vunnit ganska vidsträckt tillämpning. Fig. 416 visar ett schema för ledningens anordning och fig. 417 visar en del af den af direktör A. Hultman konstruerade kolpulvermikro-

FIG. 416.

fonen, som vid detta system begagnas. I fig. 416 betecknar TT den förenade telefonen och mikrofonen, hvilka båda appa-718 TELEFONEN OCH MIKEOPONEN.

rater hafva form af dosor med 6 cm. diameter och som medelst fjädrar sammanhållas; JB, S äro batterierna, hvardera

bestående af två Leclanchés element, H9 H ringverken, J> den dubbla ledningen, a, a, 6, b-polskrufvarne, som förbinda dennas ändar med telefonapparaterna, samt s, s ledningssnörena mellan mikrofonen och telefonen. Yid c, c äro knappar till kontakter, genom hvilka ringapparaterna sättas i verksamhet, när signal skall gifvas. I stället for den ena delen af L kan man begagna från &, & gående jordledningar. Man kan äfven i ett ledningsnät införa flera apparater, hvilka då sättas

i förbindelse med en indikator i likhet med hvad som nyss anförts i fråga om tryckknapptelefonen.

Hörtelefonen liknar Gowers (se fig. 391, sid. 688), ehuru den är långt mindre. Mikrofonen är så anordnad, att nya kontakter kunna uppstå och kolpulvrets sammanpackning hindras. Afbildningen fig. 417 visar den del af mikrofonen, där kontakten uppstå. Ett kolstycke i form af två låga cylindrar öfver hvarandra har vid den större plana ytan en beklädnad af filt, som är fäst vid kolstyckets omkrets och är försedd med ett antal hål, uti hvilka kolpulvret lägges. Däröfver kommer ett membran af kol. Mikrofonen är fastskrufvad vid en vägg i det läge fig. 416 antyder. När apparaten icke begagnas, är hörtelefonen inskjuten i den nysilfverring, som omsluter mikrofonen, men uttages vid användandet.

366. Åskledare, ringverk m. fl. detaljer Tid telefonanläggnlllgar. - Utom hörtelefonen och mikrofonen är det flera andra apparater, hvilka erfordras vid en telefon-anläggning, för att denna skall blifva fullständig. Vi skola nu taga dessa i betraktande.

Åskledare. Vid telefonen likasom vid den elektriska telegrafen utöfvar den atmosferiska elektriciteten ett icke ringa inflytande. Man begagnar därför ock ofta vid telefonapparater en åskledare, liknande den som vid telegrafer allmänt användes. Den grundar sig därpå, att den atmosferiska elektriciteten har hög tension och därför lättare kan öfvergå mellan spetsar på något afstånd från hvarandra, än genom en fin trådledning, hvaremot de strömmar, som i telefonen och mikrofonen komma.

FIG. 417.

till verksamhet, icke kunna öfvergå mellan spetsarna, utan i stället genomlöpa trådledningen. Åskledaren kan utgöras af ett par metallskifvor, försedda med taggar eller spetsar på den ena långsidan. Dessa sidor vändas mot hvarandra, så att de komma på något afstånd. Den ena står i ledande förbindelse med linien, den andra med jorden. När en ström med hög tension går genom linien, kan den på detta sätt urladdas genom jorden, utan att skada telefonapparatan. Om man har dubbel ledning, hvilken således icke är förenad med jorden, använder man tre metallskifvor, nämligen en större, som står i förbindelse med jorden, och två mindre, hvardera förenad med motsvarande linie (se schemat fig. 411, sid. 712). Åskledaren anbringas på telefonapparatens stativ (se fig. 410, sid. 712).

Under åskväder är det säkrast att icke begagna telefonapparaten. För att skydda denna mot atmosferiska elektrici-teter, kan man då insätta en metallpropp i ett hål, som bildas af utskärningar i åskledarens alla tre metallskifvor. Hela apparaten är då förenad med jorden. Detta kan man äfven göra, när man icke vill mottaga telefonsignal.

Signalapparater. Por att fästa uppmärksamheten hos den person, med hvilken man önskar tala, användes antingen ringverk eller någon annan apparat, hvarmed ett tillräckligt starkt ljud kan åstadkommas. Vid Siemens & Halskes telefonapparater (§ 352) begagnar man ett koniskt rör af ebonit, hvilket ställes på telefonens mynning och innehåller en tunga af mässing, som vibrerar, när man blåser i röret. Härigenom alstras ett starkt ljud, hvilket fortplantas genom det underställda membranet, och de inducerade strömmar, som härigenom uppstå, fortgå

genom ledningen och bringa å den andra telefonen den därpå stående signalapparaten i verksamhet, så att ljudet, om ock betydligt försvagadt, därstädes återgifwes. - Vid en nyare anordning för signalapparater till samma telefon sätter man i stället membranet i vibrationer med en liten järncylinder, hvilken är anbragt såsom ett ankare mellan hästskomagnetens poler. Cylindern är i två delar med segmentformig tvärskärning, åtskilda genom ett mässingsstycke, och den sättes i en hastig rotation medelst en liten handvef och kugghjulsutvexling. Ljudet förstärkes genom att en liten kula, som med en tråd fasthålles på det vibrerande membranet, lägges öfver detta. Ankaret gifves genom en fjäder ett neutralt läge under samtalet, så att icke den magnetiska verkan på membranet försvagas.

Men det är långt vanligare att vid telefonapparater göra bruk af elektriska ringverk. Ett sådant utgöres vanligen af två klockor bredvid hvarandra med en kläpp mellan dem. Kläppen föres af ett oscillerande ankare, hvilket är anbragt720

FIG. 418.

öfver två parallela polariserade elektromagneter med liknämniga poler åt samma håll. Ankaret, som jämväl är polariseradt, har äfven liknämniga poler vid ändarne, i följd hvaraf det repelleras vid båda. Dess rörelseaxel ar vid dess midt. När en ström genomgår elektr om agne temas trådlindning, kommer magnetismen å ena sidan att förstärkas och å den andra att försvagas, och då strömmen har vexlande riktning, uppstår härigenom ankarets oscillerande rörelse och kläppen slår mot den ena och den andra klockan. - Strömmen alstras vanligen medelst den i § 124 beskrifna magneto-elektriska induktionsapparater Denna är försedd med en förbistängningsinrättning, hvilken anordnas så, att induktorlindningen kortslutes när vefven är stillastående, men genom centrifugalkraften införes trådlindningen i ledningen, när vefven sättes i verksamhet.

Automatisk svar signalinrättning. Vid en sådan af Pendleton i New-Tork uppfunnen apparat finnes en mekanism, genom hvilken den telefonerande underrättas om abonnentens frånvaro samt om den timme han återvänder. En liknande mekanism kan användas vid flere olika telefonsystem. Fig. 418 visar den anbragt vid Bell-Blake-apparaten. Den öfre lådan i denna innehåller utom ringverket ett litet urverk, vid hvars hufvudaxel en visare är fastsatt. Såsom vanligt kommer den ström, hvilken från stationen sätter ringverket i rörelse, att föranleda ett ankares attraktion af en elektromagnet, men här kommer tillika urverket att frigöras. Detta beskrifver ett helt hvarf innan det ånyo hämmas. På axeln är anbragt ett tandadt hjul, mot hvilket en fjäder trycker, så att ett kontakt uppstår för hvarje gång beröring med en tand eger rum. När axeln vrider sig omkring, sluter och öppnar fjädern den galvaniska stapelns ledning. Härigenom induceras strömmar i linien, och den signalerande kan i sin hörtelefon iakttaga ett så stort antal signaler, som det tal på hvilket visaren å den anropade telefonapparaten angifver. Om t. ex. den

abonnent som anropas har ställt visaren på 3, höras tre signaler. Skifvan, på hvilken visaren är anbragt, är nämligen anordnad så, att ett föränderligt antal kontakter erhålles allt efter visarens läge. Apparaten kan lämna mer än hundrade

automatiska svar, innan verket ånyo behöfver uppdragas. - Till venster om visaren finnes en knapp, med hvars tillhjälp man inställer apparaten antingen såsom en vanlig telefon eller så att den afgifver automatiskt svar. I senare fall skjutes knappen till höger, hvarjämte visaren inställes på den bestämda siffran.

367. Vexelapparater. - Om en abonnent i ett telefonnät önskar telefonförbindelse till två af sina lokaler med särskildt afseende å lättheten att kunna korrespondera mellan dem, begagnas s. k. anknytningsvexel, hvilken uppsattes invid den stationen närmast varande telefonapparaten. Denna vexel innehåller ett ringverk, hvars klocka angifver när inkoppling eller af koppling skall ega rum samt en vef, som anbringas i olika ställningar och därigenom åstadkommer de härför behöfliga förbindelserna mellan de särskilda ledningarna. Men denna anordning är påtagligen icke lämplig for det fall, att man vill förena flera särskilda abonnenters apparater på en

ledning, med andra ord, om man vill från stationen lÖra en enda ledning till flere abonnenter. Detta är likväl ett problem, som for telefoniens spridning i vidsträckta kretsar är af stor betydelse, dels genom att kostnaden förminskas, dels genom att i en stads telefonnät de stora svårigheter, som de många liniernas anbringande föranleder, väsentligen förminskas genom Vexelapparater användande. I Stockholm hafva sådana automatiska apparater såväl af Allmänna telefonbolaget som af Eellbolaget blifvit införda. Af det förra användas inom staden två slag af dem, nämligen det ena för högst fem och det andra för två linier, af det senare apparater af sistnämnda slag, ehuru till konstruktion väsentligen olika det Allmänna telefonbolagets apparater. Vi skola till en början beskrifva den äldsta af dem, nämligen den af H. T. Cedergren och L. M. Ericsson uppfunna fem liniers automatiska vexelapparaten. *) Denna betjänar högst fem särskilda telefonapparater, som äro tämligen i närheten af hvarandra, ehuru vanligen i skilda hus. Vexelapparaten är genom en linie förenad med stationen och genom fem oftast korta linier med de särskilda telefonapparater, som den skall betjäna. Fig. 419 visar den sedd framifrån och fig. 420 lämnar en schematisk framställning af ledningarnas anordning. Den från centralstationen kommande linien L inkopplas vid den på samma sätt betecknade längst till venster

*) De uppgifter, som ligga till grund för denna beskrifning jämte åtskilliga andra sådana, hvilka beröra Allmänna telefonbolaget, äro till första upplagan af detta arbete benäget meddelade från detta bolag genom dess verkställande direktör, ingeniör H. T. Cedergren samt dess dåvarande ingeniör, Knut Ericsson.

FIG. 419.

varande klämskrufven vid apparatens öfre del. Af de öfriga klämskrufvarne är den längst till höger med J betecknade förenad med jordledningen samt l, 2, 3, 4 och 5 med linierna till de särskilda telefonapparaterna. Eran L fortsätter ledningen först till trådlindningen kring den något nedom apparatens midt sittande galvanometernålen Gr och vidare genom kontakterna Kv K till visaren V, hvarest strömfördelning sker till de fem vid visarens spets befintliga kontakterna (fig. 420). Om vi taga i betraktande mekanismen och ledningen tillhörande telefonapparaten J, passerar strömmen elektro-magnetlindningen m, som har ett motstånd af c:a 2000 ohm, vidare fjädern J, kon-taktet k och vinkelhäfstången D, hvarifrån den ledes till kontaktet l på visaretaflan och ut från vexelapparaten genom den tillkopplade telefonapparaten I till jorden. På samma sätt delar sig strömmen genom alla fem telefonapparaterna med tillhjälp af de dem motsvarande fem mekanismer och ledningar, som äro anbragta i vexel-apparatens nedre del, och af hvilka de till I och II hörande äro antydda å fig. 420. När strömmen genomgår vexelapparaten vrider den, ehuru icke ögonblickligt, galvanometernålen 6r, hvars massa är jämförelsevis stor, och härvid förenas kontaktet t med jordledningen till J, i följd hvaraf strömmen åter grenar sig, men på så sätt, att större delen däraf går genom elektromagneten M, som har minsta motståndet, och då dess ankare attraheras, af bry tes kontaktet K, hvarefter hela strömmen går genom M. Denna elektromagnets ankare attraheras då fullständigt, och därvid framföres af en mekanism, liknande den i Wheatstones visaretelegraf, visaren V ett steg för hvarje strömimpuls. Dessa för Vexelapparater inställning till den önskade telefonapparaten afsedda strömmar utsändas vid stationen från ett batteri af 40 till 60 element allt efter afståndet mellan fitationen och vexelapparaten. Telefonisten kan sålunda från stationen genom att utsända en, två till fem strömmar efter hvarandra vrida visaren V så, att kontakt eger rum vid l, 2... 5. Den första strömmen bör räcka jämförelsevis länge, så att nålen 6r må hinna intaga sitt nya läge, men däremot de följande erhålla blott kort varaktighet. Då visaren framflyttats exempelvis till l och nålen G samt elektromagneten M:s ankare intagit sina ur-

sprungliga lägen, går ledningen från stationen genom galvano-meterlindningen, kontakterna KI och K, visaren F samt kontaktet l till telefonapparaten J och jorden, hvaremot de öfriga telefonapparaternas ledningar äro afbrutna. När seder-

FIG. 420.

mera induktionsströmmar af vexlande riktning genomgå vexel-apparaten vid ringning, åstadkomma de visserligen en liten dallring, men ingen afvikning hos nålen 6r, och ännu mindre är detta händelsen med de ytterst svaga induktionsströmmar, som förmedla samtalet. Mr detta slutat, måste telefonisten724 TELEFONEN OCH MIKEOFONEN.

från stationen åter bringa vexelapparaten i sitt utgångsläge, eller som det benämnes "på noll". Detta sker genom att utsända från batteriet en ström i motsatt riktning mot den förstnämnda, med hvilken inställningen skett. Därvid vrider sig nålen Gr åt motsatt håll mot förut och kontaktet tl erhåller jordledning, hvarvid strömmen först delvis genomgår elektro-magneten Ml; men, sedan dennas ankare af brutit kontaktet Slt helt och hållet nämnda elektromagnet. Dennas ankare upplyfter då haken, som framfört visaren V, hvilken genom en spiralfjäder drages tillbaka och återställer kontakterna vid sin spets. Sedan K1 och G återtagit sina förra lägen, är vexelapparaten i ordning för ny inkoppling. - Om sådan skulle. påfordras från någon af de till vexelapparaten hörande telefonapparaterna, inkopplas denna på hufvudlinien genom själfva signalströmmen, hvarjämte ledningarna till de andra telefonapparaterna afbrytas. Om t. ex. I signalerar, går dess ström genom l, häfstången D, kontaktet &, fjädern /, elektro-magneten m, kontaktet vid visarens spets och sedermera genom K och Kl till hufvudlinien och stationen. Det till m hörande polariserade ankaret kommer härvid i det läge som i II antydes, så att häfstången D frigöres vid a, drages af spiralfjädern förbi skifvan b och bringar vinkel häfstången E i sådant läge, att dess skruf e nedtrycker fjädern /*, så att kontaktet k af bry tes. Men samma axel C. uppbär alla de fem liniernas häfstänger J?, så att vid alla kontakterna samtidigt afbrott eger rum och således äfven å ledningarna till de öfriga fyra apparaterna i vexeln. Men då häfstängerna D till dem äro orörda, är det endast på den signalerande linien som kontaktet mellan f^ och s är slutet. Elektromagneten m med dess stora motstånd blifver härvid utestängd, så att strömmarne gå genom s till visaren och hufvudlinien L. Efter samtalets slut utsändes från stationen en ström, i följd hvaraf ankaret hos elektro-magneten M± attraheras och drager stången R uppåt. Samtliga häfstängerna E återgå i det läge de egde, och hela vexelapparaten för öfrigt återkommer i sitt ursprungliga tillstånd. - Slutligen, om man vill samtala mellan två vexelsystemet tillhörande telefonapparater, sker inkopplingen jämväl från stationen. Om t. ex. II vill tala med J, framflyttas visaren V till l och strömmen från apparaten II går såsom förut är visadt till F, där grening sker, så att en del går öfver l till apparaten I och den andra delen genom K till stationen. Vid afringningssignal inställes på noll såsom förut beskrifvits.

Af ganska stor praktisk vikt äro jämväl de automatiska två liniers vexlarne, d. v. s. Vexelapparater, från hvilka en linie går till stationen och två vanligen korta linier till de två telefonapparater, som vexeln är afsedd att betjäna. I SverigeVEXELAPPARATER. 725

användas två olika konstruktioner af dera, den ena af Bell-bolaget i Stockholm och härrörande af*) H. Bratt och K. Wallin; den andra af H. T. Cedergren och L. M. Ericsson begagnas af Allmänna telefonbolaget. Sistnämnda vexelapparat visas af fig. 421 och dess ledningsschema af fig. 422. Här beteckna L ledningen till stationen, J jordledningen samt I och II ledningarna till de båda motsvarande telefonapparaterna. Schemat framställer apparaten i hviloläget och så att vid på-ringning apparaten I inkopplas och ledningen till II af brytes. Induktionsströminarne, som framkalla ringningen, inkomma genom L, gå vidare genom lindningen till galvano-meternålen 6f, som likväl ej gör utslag för dessa strömmar med vexlande riktning, vidare genom elektromagne-ten CClr häfstången D, kontaktet a, elektromagneten E och genom T till telefonapparaten I. Det till E hörande polariserade ankaret oacillerar, stycket F släpper korset J?, hvars öfre del genom en spiralfjäder drages till venster, så att kontaktet c slutes, hvaremot d afbrytes vid höjningen af

fjädern £. Genom c går strömmen förbi -É7, så att lednings-motståndet minskas. Därjämte afbrytes ledningen till telefonapparaten II i följd af afbrottet vid kontaktet d. På samma sätt eger rum då I ringer till stationen. - När däremot från II inkoppling skall ske med stationen, utsändes från denna en galvanisk ström, hvilken vrider magnetnålen G i ett vertikalplan så att en därvid fäst öfre del N vrides åt höger. Samma ström går genom CC19 hvars ankare attraheras och vrider häfstången A, så att nålen 6? får fritt röra sig. N vrider gaffeln K åt höger så att D höjes och kontaktet e slutes, hvaremot d och a afbrytas. Telefonapparaten I har ledningen afbruten vid a och vexelapparatens jordledning vid d. Strömmen går då genom R och U till II. Gifver sistnämnda telefonapparat vid

vexelns utgångsläge en signal, gå strömmarne genom [7, R, d, elektromagneten P samt jordledningen. Härvid attraheras ankaret till P, och D vrides, kontakterna a och d afbrytas, hvaremot e slutes, så att ledningen blifver densamma som nyss visades då från stationen sändes en galvanisk ström. Efter samtalets slut bringas vexel-apparaten i sitt ursprungliga läge genom en galvanisk ström, motsatt den förstnämnda. N vrides då åt venster, och H, i

*) Se Kongl. Patentbyråns beskrifning, N:o 286.

FIG. 421.

fall I talat, eller K med D, om II talat, föras i sina förra lägen, hvarvid H ånyo bindes af jP, och D ställes så, att dess spets kommer på undre half kretsen af den lilla på en fjäder sittande trissan /S, hvarmed D stadigt hålles i det ena eller andra läget. - Skall I tala med II i samma vexel, ned try ekes häfstången T, då ledningen mellan båda apparaterna slutes genom T och U. Önskar åter II tala med I, måste från II

FIO. 422.

meddelande därom göras till stationen, som underrättar I att tangenten bör nedtryckas. När detta egt rum, slutes jämväl kontaktet mellan v och vlt så att en ström från stationen kan passera V och CC^

Af öfriga Vexelapparater vilja vi äfven nämna den af Thor in konstruerade 10 liniers-vexeln, som af Bellbolaget i Stockholm blifvit använd vid några landsortsledningar.

368. Centralstationer. - De särskilda från telefonapparaterna i telefonnätet gående linierna sammanlöpa i stationer, där hopkoppling af dem eger rum, när en abonnent skall tala med en annan. Man kan på två väsentligt olika sätt inrätta dessa stationer. Yid den äldre anordningen gör man bruk af vexelbord, som hvartdera betjänar en särskild grupp abonnenter, hvilkas ledningar ingå till borden, och dessa sättas sedermera i samband med hvarandra. Däremot har man vid den nyare anordningen s. k. multipelbord, vid hvilka samtliga ledningarna, stundom till ett antal af flera tusende, genomlöpa hvarje bord, så att telefonisten därstädes ensam kan till-vägabringja den begärda föreningen mellan linierna, ehuru äfven här blott en del af dessa direkt ingår till samma bord. Vi kunna här blott i största korthet redogöra för dessa komplicerade och i hög grad sinnrika apparater.

FIG. 423.

För att förtydliga det förra slagets eller för vissa grupper af abonnenter afsedda vexelbordens inrättning, hvilken for öfrigt är mycket olika vid olika stationer, skola vi beskrifva ett bord, sådant det förr användes af Allmänna telefonbolaget i Stockholm. En vertikal skifva, stående på den horisontala bordskifvan, har upptill 50 indikatorer för abonnentnumrens angifvande. Fig. 423 visar dessas anordning.

Indikatorn har en rulle M, hvaröfver ligger det kring en egg rörliga ankaret A. Eggen utgör magnetkärnans ena pol, och den andra polen p^ attraherar A, som själf blifver magnetisk. Därvid släpper haken, som utgör ankarets främre del, klaffen &, hvilken faller, så att det bakom varande numret blifver synligt. Nedanför indikatorerna finnas 50 hylsor, hvilka motsvara hvar sin linie. Till hvar och en af dem hör en däröfver anbragt klaff, vid hvars intryckande linien sättes i förbindelse med telefonistens mikrofon, som är fäst öfver

424' indikatorerna, och hör-

telefonen till venster å bordet. Vid motsatta sidan af detta finnes jämväl en låda, som innehåller ringverket. När vefven till induktorn kringvrides, gå de inducerade strömmarne genom den linie, hvars knapp är intryckt. - På bordskifvan befinna sig 6 par proppar, stälda i midten rätt ut från bakstycket. Hvarje par är förenadt med ledande snören, som sluta med hvar sin långa spiralfjäder, så att det är möjligt upplyfta proppen och insätta den i hvilken som helst af hylsorna. Midt framför denna rad närmast telefonisten finnes en expeditionspropp, genom hvars införande i hylsan samma förening med mikrofonen och öfriga apparater åstadkommes, som när en knapp

intryckes. Bordskifvan upptages för öfrigt af 24 rutor, i hvar och en af hvilka finnes plats for fyra proppar. Dessa äro genom kablar, hvilka gå under golfvet, förenade med motsvarande kablar å andra bord, så att t. ex. 3:dje bordet har sin l:sta ruta i samband med lista bordet, där de motsvarande propparne sitta i 3:dje rutan o. s. v. Härigenom blifver det möjligt att förena de särskilda bordens linier sinsemellan. Expeditionen sker på det sätt, att när en abonnent ringer och i följd däraf motsvarande indikatorklaff faller, intrycker telefonisten dit hörande hylsa samt frågar abonnenten med hvilket nummer han önskar komma i förbindelse. Om detta nummer

är ett af de femtio, som tillhöra det egna bordet, förbindes ett af de i skifvans midtrad stående paret proppar å ena sidan med nämnda abonnents och å andra sidan med den efterfrågade abonnentens hylsa. Tillhör däremot det begärda numret ett annat bord, införes den första lediga af de fyra proppar, som stå i förbindelse med detta bord i den anropade abonnentens hylsa, hvarjämte telefonisten vid samma bord tilUäges att åstadkomma den begärda föreningen. Hopkopplingen sker då af sistnämnda telefonist genom att insätta den propp, som tillhör kabeln mellan båda borden, i den hylsa som motsvarar det begärda numret, hvarefter "klart" ropas. Vid påringningen falla klaffarne på båda borden, och så sker jämväl vid afring-ningen. När den sistnämnda signalen gifves, göres af koppling å båda borden.

Fig. 424 visar utseendet af ett vexelbord för dubbelledningar från L. M. Ericsson & O.is verkstad. Det utföres i olika storlek för 20 till 160 linier.

För smärre stationer äro dylika vexelbord ändamålsenliga, inen det är uppenbart, att vid större stationer, där linier från 800 3, 1,000 abonnenter sammanlöpa, de af flera orsaker icke blifva fullt lämpliga. Genom de muntliga meddelanden, som för expeditionen måste ega rum mellan telefonisterna vid de många borden, blifver tjänstgöringen mycket tröttande och enerverande. Telefonisterna måste vänta på hvarandra: under det att en af dem begär ett nummer af en annan, inträffar det ofta, att denna är sysselsatt med att af en tredje telefonist begära ett nummer, och den första far vänta tills denna koppling blifvit gjord, hvilket är så mycket olägligare som under tiden vanligen andra abonnenter signalera. En annan betydande olägenhet vid dessa bord är den, att afkopplingen efter slutet af ett samtal möjligen kan försiggå vid blott det ena men icke vid det andra af de båda bord, som varit förenade. Detta fel inträffar, om abonnenten ringer svagt, så att blott den ena liniens klaff faller. Den andra linien står då afbruten, och dess abonnent kan ej vid signalering göra sig uppmärksammad å stationen. Härtill kommer att man i ett större telefonnät måste göra bruk af flera stationer, förenade med särskilda ledningar, så att hvardera af dem betjänar en viss del af nätet och samverka ungefär på samma sätt som vexel-borden sinsemellan, hvilket medför såväl dröjsmål som större kostnad för expeditionen.

Den i Amerika gjorda uppfinningen af multipel-vexelborden, där dessa olägenheter äro förebygda, är därför af stor betydeke för telefonien och är ett väsentligt bidrag till dennas utveckling. Vid båda de i Stockholm varande telefonbolagen samt vid Rikstelefonens station därstädes äfvensom vid åtskilliga

andra större stationer i vårt land, äro sådana bord nu mera i bruk. Principen för multipel-vexelborden är den, att hvarje linie genomgår samtliga borden, så att telefonisten vid ett sådant bord själf kan utföra kopplingen till hvilken som helst till stationen ingående linie. Fig. 425 visar ett schema för denna anordning. Den utifrån kommande linien L ingår i första bordet till "springjackens" fjäder f19 som ligger an mot stiftet slt hvilket återigen är genom en ledning förenadt med motsvarande jack i nästa bord. På samma vis är hit hörande fjäder /2 genom stiftet S2 och en ledning förenad med det därpå följande bordets jack o. s. v. Samtliga borden äro på detta sätt förenade med hvar och en linie särskildt, hvarjämte linien slutar med en indikator /, anordnad på sätt nyss visades

FIG. 425.

vid de äldre borden, samt med jordledningen J. Linien L är således tillgänglig från hvilket bord som hälst. Om t. ex. det tredje bordet skall inkopplas till denna linie, införes i hylsan &3 en propp, som lyfter /3 från stiftet s3,

hvarvid kontaktet af brytes därstädes och ledningen i stället går genom den i Jc3 insatta proppen. Sålunda kan från hvilket bord som hälst propparne förenas med samma linie, och det vore att befara, att två eller flera samtidigt gjorde detta. Men detta före-kommes därigenom, att vid proppens insättning höres af telefonisten ett svagt ljud, likasom en knäpp i telefonen, om linien förut är upptagen*). Alla hylsorna Jclt Jc2, &3 ... äro genom en särskild ledning i förbindelse sins emellan. När koppling

*) Man har vid några anläggningar med multipelbord gjort bruk af relais och lokalbatteri för att erhålla en svag ringning i detta fall, men detta är ej behöfligt.

Terkställes vid någon af dem, förenas medelst proppen hylsan med linien och därigenom med abonnentens apparat och jorden. Pä samma gång blifva jämväl de öfriga till linien hörande hylsorna i de andra borden förenade med jorden genom den ofvannämnda ledningen. Den ström, hvilken, enligt hvad vi nyss anfört, åstadkommer en knäpp i telefonen, om linien förut är upptagen, kan därför komma till jorden i sådant fall. Men om icke linien är vid något af borden upptagen, hafva hylsorna ingen jordledning och någon knäpp höres icke vid beröringen mellan hylsan och proppen, och i detta fall kan kopplingen omedelbart verkställas.

De i Stockholm af Allmänna telefonbolaget använda multipelborden äro utförda af L. M. Ericsson & C:o och äro hvartdera afsedda för 200 abonnenter, d. v. s. vid hvarje bord ingå så många linier till sina tillhörande indikatorer. Dock upptaga de bord, som äro särskildt afsedda för 5 liniers vexlar, blott 100 och de för 2 liniers vexlar 150 indikatorer, emedan expeditionen här är besvärligare. Indikatorerna hafva plats vid bordets nedre del mellan två horisontala skifvor, på hvilka stå de proppar, med hvilka man verkställer kopplingen. Hvardera proppen på öfre skifvan är genom ett ledande snöre förenad med en motsvarande propp på undre skifvan. Under indikatorerna men öfver den undre skifvan finnas propphål, som motsvara klaffarne. Nära den öfre skifvan och ofvanom henne äro anbragta ett med snörenas lika antal indikatorer, hvilka hafva till uppgift, att sedan kopplingen blifvit verkstäld och således ledningen till liniernas egna indikatorer afbrutits, angifva när samtalet afslutats och afkoppling får verkställas. Öfver dessa indikatorer med sina klaffar kommer ett stort fält med springjackar, hvilka hvardera motsvara en af linierna, som ingå till stationen. Fältet är indeladt i rutor, hvardera upptagande ett bestämdt hundratal jackar, och detta fält blifver tydligen lika beskaffadt å alla borden. Kopplingen sker på det sätt, att då en abonnents klaff fallit vid de undre indikatorerna, införes en af de på den undre skifvan stående prop-parne i det till samma indikator hörande strax öfver skifvan Tärande jackhål. Samtal kan nu ega rum, och inkopplingen till den begärda linien sker genom att införa den öfre proppen i dess hylsa uti det stora fältet. Yore linien upptagen å annat bord, hade den jordledning. I telefonen höres då, såsom ofvan är nämndt, en knäpp, hvilket tillkännagifver att linien är upptagen.

Nyligen ha multipel-vexelborden undergått en icke oväsentlig förändring för att göra dem användbara for dubbelledningar. - Vid Bikstelefonen har därjämte en annan betydande förändring vidtagits, nämligen tillämpning af enkelsnöresystemet.

Detta skiljer sig från det eljest vanliga dubbelsnöresystemet därigenom, att vid det förra användes för hvarje vexling endast en enda propp jämte tillhörande ledningssnöre, hvaremot vid de sistnämnda såsom vi sett för vexlingen två proppar samt två ledningssnören tagas i anspråk. Enkelsnöresystemet medgifver större hastighet vid expeditionen.

Vi akola närmare redogöra för de vid Eikstelefonens station i Stockholm använda, af dess ingeniörer konstruerade nya borden, hvartill fig. 426 lämnar ett ledningsschema.*) Ett sådant bord efter enkelsnöresystemet innehåller 200 proppar eller lika många som antalet dubbla ledningar, för hvilka det är afsedt. Prop-parne äro anbragta i fyra^ rader långs hela bordet, hvarvid hvarje bakre rad står något högre än den framför varande för att göra propparne lättare åtkomliga. I samma vertikalplan och ofvanför finnas klaffar och jackhål likasom vid de vanliga multipelborden. Enär jackarnes hål äro så små, att 100 jackhål ej upptaga mer än 55 x 225 qv. mm., skulle borden kunna upptaga ända till 10000 linier. Å afbildningen betecknar L^Ll:L den dubbla linien, J, J jackar n e, 0, O, O omkastare, hvarifrån strömmen, i det läge som angifves, går till proppens hylsa och hufvud P1 och P11? K en signal- och slutklaff mellan liniens båda grenar samt A en omkastare, medelst hvilken

expeditionssystemet kan förändras allt efter som en, två eller tre personer erfordras för expeditionen vid ett bord. Omkastaren A har för den skull tre h vilolägen, vid hvilka samtliga till bordet ingående linier grupperas till tre expeditionssystem /, //, III. I dessa finnas nycklar N, N^ för utsändande af batteriström från batteriet B i olika riktningar, tryckknappar E, El för magnetoinduktions-signalströmmar, mikrofon M och hörtelefon T sarnt tangenter s, sl för afbrott. Alla dessa manipulationsinrättningar finnas parvis, så att uppringning, strömutsändning eller samtal kan ega rum såväl till den anropande linien Ll Lll som den anropade genom Pl PH» När nyckeln N användes, föres handtaget Ji till höger eller venster, hvarvid häfstängerna c, c, som ega samma axel, vrida sig så, att kontakten vid i, i och därmed ledningen inåt af-brytes samtidigt med att strömmen utsändes vid slutning af kontakterna + och -. Dessa äro så inrättade, att strömriktningen i linien andras allt efter som handtaget föres till höger eller venster. Då ström utsändes för uppringning, nedtryckes knappen Rlt hvarvid fjädrarne /^, fl föras från de inre kontakterna, som leda inåt bordet, till de yttre, hvilka stå i för-

*) Vi stå i förbindelse härför, äfvensom for åtskilliga andra uppgifter rörande statens telefonanläggningar, hos generaldirektören E. Storckenfeldt samt t. f. Öfveringeniören E. Lönnqvist.CO

cc

fc o

.^

M H

fc

g

bindelse med en ständigt i verksamhet varande magnetinduktor, hvars ständigt vexlande strömmar gå ut på linien. Vid signaleringen utåt till anropande abonnent nedtryckes knappen E. I fall af någon anledning nämnda induktor ej vore i gång, inkopplas en för hela bordet gemensam handinduktor H genom nedtryckning af knappen Jc. Skall, efter det att sammankopplingen mellan två abonnenters linier är gjord, samtal ega rum endast genom den ena, nedtryckes endera af knapparne 5 eller s,, hvarvid motsvarande kontakt vid fjädrarna g eller gl brytes, sa att afbrott uppstår på ledningen åt andra hållet.

För de interurbana ledningarna finnas i Eikstelefonens station mindre vexelbord, hvilka hvartdera endast upptager 2 till 4 af dessa ledningar. I detta fall är nämligen en vidlyftig journalföring nödvändig, och dessa bord ha därför äfven skrifbordsform med en uppsats, hvari klaffar, jackhål m. m. äro anbragta. Genom särskilda ledningar stå dessa bord i samband med de lokala vexelborden, så att såväl den abonnent i lokalnätet, som vill beställa interurbant samtal, kan komma till dem, som äfven utifrån kommande beställningar å samtal kunna expedieras till den lokala stationen och därifrån till den begärda abonnenten. Naturligtvis äro äfven dessa mindre bord försedda med mikrofon och hörtelefon äfvensom med knappar för signalering in till lokala stationen samt med vanlig Morsenyckel för anrop af stationer å de interurbana linierna.

Det bör slutligen nämnas, att vid den beskrifna stationen begagnas åskledare af kol, hvardera för 100 dubbellinier, där ledningarna stå i förbindelse med en kolskifva af 8 X 40 qv.-mm. yta, hvilken ligger på något afstånd från en långs hela åskledaren gående kolskifva, hvilken är förenad med jorden.

369. Luftledningar. - I de flesta fall har man vid telefonanläggningar gjort bruk af enkla ledningar inom städerna och äfven for kortare landsledningar. Återledningen sker då genom jorden. Numera har man dock allt mer börjat öfvergå till dubbla ledningar, och dessa äro, såsom vi något längre fram skola visa, nödvändiga, så snart telefoneringen skall försiggå på något ansenligare sträckor. I Stockholm har man till en början användt enkla luftledningar, men numera öfvergått till dels i gatorna anbragta kablar, dels dubbla luftledningar och dels luftkablar. Det ar endast härigenom möjligt att öfvervinna de störningar af olika slag, hvilka utöfva ett så oangenämt inflytande vid telefoneringen. Visserligen skulle man med en enda ledning, som vore särdeles väl

isolerad, så att märkbar afledning icke egde rum, kunna telefonera på tämligen stort afstånd, i synnerhet om tråden är af koppar, men vanligen finnes det en knippa ledningar i hvarandras närhet

och för öfrigt inverka i närheten varande telegraf ledningar; jordledningar från starkströmsanläggningar, särskildt elektriska järnvägar, utöfva äfven stundom inflytande. I så fall är det endast möjligt, att genom metallisk ledning och återledning uppnå tillräcklig trygghet för telefoneringen.

Vid de första stora telefonanläggningar, som i Sverige utfördes af Allmänna telefonbolaget, användes för de yttre ledningarna galvaniserad järntråd af 2 mm. diameter inom hufvudstaden samt 3 mm. för landsledningar. Men de stora trådknipporna i staden blefvo så tunga och vanprydande, att man sedermera ersatt dem med fosforbronstråd af l mm. diameter. För landsledningar begagnas dels galvaniserad järntråd af 3 å 4 mm. diameter, dels 2 mm. koppartråd och dels 2 mm. brons-tråd äfvensom bimetallisk tråd, nämligen ståltråd, som är beklädd med ett öfverdrag af koppar af 1,9 mm. diameter. Den bimetalliska tråden har man dock åter frångått.

Luftledningarna i städerna anbringas hos oss och äfven i andra Europas länder nästan alltid på stativ, fästen eller galgar å hustaken. Vid de nyare af Allmänna telefonbolaget utförda anläggningarna äro dessa stativ byggda af U-järn. Lands ledningarna äro lagda på isolatorer, hvilande på furustolpar, hvilkas nedre del impregnerats med kopparvitriol.

Bikstelefonens första vidsträckta interurbana ledningar äro utförda af nära ren koppartråd med 3 mm. diameter för de längre och 2,5 mm. för de kortare ledningarna. De nyare ledningarna äro af brons med 80 proc. ledningsförmåga och 50 kg. hållfasthet per qv.-mm., med en i förhållande till det ökade motståndet större tvärskärning. Telefontrådarne äro i allmänhet uppsatta på samma stolpar, som uppbära telegrafledningarna. För att hindra inflytande från andra ledningar anbringas, såsom vi skola något längre fram närmare förklara, de båda till samma dubbelledning hörande trådarna i spiral, så att de vrida sig ett helt hvarf om hvarandra på fyra i följd varande spännvidder mellan stolparne. De verkningar, som utifrån utöfvas på ena ledningen, upphäfves då af motsatta verkningar på den andra.

När två par dubbelledningar föras på samma stolpar, anbringas de på dessa vid hörnen af en qvadrat, så att de trådar, hvilka tillhöra samma strömkrets, komma vid de motsatta hörnen.

När telefonnätet i en stad innehåller enkla linier, kan det icke omedelbart sättas i förbindelse med den dubbla långa telefonlinjen. Man kan dock undvika denna svårighet genom en af Bennett i England år 1881 angifven metod, som sedermera på olika sätt tillämpats i flera länder. Fig. 427 antyder schematiskt densamma. Vid båda ändarne slutar den långa

dubbellinien med induktionsrullar, hvilkas sekundära lindningar sättas i förbindelse dels med jorden och dels med de enkla linier, som för tillfället skola komma i telefoniskt samband

FIG. 427.

sinsemellan. I Sverige äro dylika af C. A. Nyström konstruerade anordningar först begagnade vid Telegrafverkets telefonnät i Skåne.

För ledningarnas uppbärande på stolparne begagnas järnkrokar med därpå fastsatta isolatorer af porslin eller glas, hufvudsakligen såsom vid telegrafledningar är brukligt, ehuru de ega mindre dimensioner vid telefon- än vid telegraf-linier.

Vid telefonledningarna, i synnerhet när de äro fasta vid hustaken och äro hårdt spända samt ega stor spännvidd, uppstår genom vindens och temperaturförändringarnas inverkan vibrationer så starka, att ett oangenämt ljud däraf alstras. För att upphäfva eller förminska denna olägenhet har man försökt flere ljuddämpare. Sålunda har man gjort bruk af blyremsor, hvilka lindas kring tråden invid isolatorn. Efter flera försök med olika anordningar har man vid telefonnäten i Stockholm öfvergått till den som i fig. 428 framställes. En järntråd,

FIG. 428.

3,5 å 4,5 m. lång och omkring 4 mm. i diameter, och som vid sin yttre ände är försedd med en vridning men för öfrigt rak, sträckes från isolatorn utefter och omkring linien. En tjärad hampgarnsände är fäst vid järntråden och viras med hvart

annat hvarf kring linien och med hvart annat hvarf kring denna och kring järntråden tillsammans, hvarefter, sedan hela dämparen utskjutits, garnänden fastbindes vid isolatorn.

37O. Telefonkablar. - De obehag af flera slag, som de stora knippena af telefonluftledningar medföra i städerna, har gjort, att man allt mera öfvergått till kablar, lagda i gatorna. Där man har ett fullständigt subwaysystem, såsom i Paris, medför denna anordning icke någon vidare svårighet i fråga om kostnaden, och i nämnda stad har man redan från början af telefonnätets utförande begagnat sig häraf. Men eljest har det först de allra senaste åren lyckats att nedbringa kostnaden för dessa anläggningar så långt, att en vidsträcktare tillämpning af telefonkablar, nedlagda i gatorna, är att emotse.

Man har i fråga om dylika anläggningar att särskildt taga i betraktande dels själfva kabelna konstruktion, dels de trummor, rör etc., genom hvilka den skyddas, och dels de sätt, hvarpå kabeln häruti införes.

Hvad först beträffar själfva kabeln, har man försökt ett stort antal olika anordningar. Till en början hade man helt enkelt isolerade trådar, hoplagda till ett stort antal och omgifna med en skyddande metallbeklädnad. Men de störningar, som de olika ledningarna utöfva på hvarandra, blifva härvid så betydande, att telefoneringen däraf i hög grad lider. Man har efter flera försök funnit, att det enda säkra sätt att förhindra den ena strömkretsens verkan på den andra i kabeln består uti att linda de fram- och återgående trådarna spiralformigt kring hvarandra. Isoleringen utgöres vanligen af något fibröst ämne, såsom bomull, jute eller papper. Luft är dock ännu bättre isoleringsämne, och dess specifika induktions-förmåga är ringa, hvilket är fördelaktigt. Man har jämväl begagnat kautschukblandningar, men de ha i det hela taget befunnits underlägsna de förra, emedan de med tiden försämras och genomsläppa fukt samt vid värme blifva mjuka, och äfven emedan deras specifika induktionsförmåga är för stor. I Norra Amerika, där telefonkablar vunnit betydande tillämpning, ha de förnämsta telefonbolagen stannat vid följande dimensioner för en kabel med hoptvinnad ledning och återledning:*)

Ledningens diameter.......0,035 eng. tum.

Isoleringens yttre diameter .... 0,125 » »

Tvinningens längd......c:a 3 » »

Blybeklädnadens tjocklek.....0,125 » »

*) Efter Hopkins »Telephone Lines and their properties», London 1893.

Blybladet är beklädt med ett asfaltbaltigt öfverdrag. Blyet är icke rent, utan legeradt med 3 proc. tenn, hvarigenom det blifver varaktigare. Det erforderliga antalet par af ledningar i en kabel anbringas i koncentriska lager; hvardera af dessa gifves en ringa vridning i motsatt riktning mot den hos närgränsande lager. Härigenom blifver kabeln böjligare.

Beträffande ledningstrummornas anordning, har man flera olika förfaringssätt. Sålunda har man försökt trummor af trä, skyddadt med tjära eller kreosot; rör af papp, impregnerade med en asfalthaltig blandning; gjutjärnsrör eller dragna järnrör, hvilka sistnämnda läggas i cement eller konkret; vidare trummor, bildade af en blandning af beck, stenkolstjära och grus eller af terra-cotta eller cement o. s. v. Vi inskränka oss här till att anföra *) den metod, som man användt vid Rikstelefonen för nedläggning af telefonkablarna i Stockholm och hvilken härrör af d. v. telefoninspektören A. Hultman. Denna metod är patenterad i Sverige. Vid densamma begagnas l å 1,5 m. långa cementblock med minst 5 och högst 36 hål, hvardera af 75 mm. diameter och upptagande en kabel med 100 dubbelledningar. Ett block lämnar således plats för 500 å 3600 dylika ledningar. Por att sammanhålla de

särskilda blocken hvila dessa vid skarfvarna på underläggsplattor, försedda med uppstående kanter, hvarjämte vid blockens sidor och öfveryta rännor äro uttagna, uti hvilka grofva järnstänger inläggas och fästas med cement. På c:a 120 meters afstånd från hvarandra finnas brunnar för kablarnas införande. Närmast intill dem äro blocken något utvidgade för detta arbetes underlättande. Fig. 429 åskådliggör denna anordning. De i Stock-

FIO. 429.

h öl m använda kablarna utgöras af 200 koppartrådar, som äro vridna i spiral om hvarandra. Isoleringen är af papper och de

*) Efter »Statens Telefonverksamhet åren 1881-1892».TELEFONKABLAE.

FIG. 430.

skyddas med blybeklädnad. Yttre diametern är 52 mm. Vid läggningen indragas kablarna från brunn till brunn medelst vindspel, och detta arbete medför ingen svårighet. Från brun-narne utgå särskilda utgreningskablar, hvilka ledas utefter husväggen till takfästet, hvarifrån trådarna utspridas.

Man kan också verkställa telefonering genom underhafskablar Mellan Sverige och Danmark har man i detta hänseende anställt lyckade försök med begagnande af telegrafkablar. Trådarna äro här af koppar och vridna i spiral likasom dubbla telefontrådar. Men särskilda telefonkablar för nedläggning i vattnet begagnas ofta. Af det största intresset äro de kablar, som äro nedlagda mellan Stora Britannien och Frankrike samt mellan det förra landet och Irland. Fig. 430 visar i verkliga storleken en genomskärning till den sistnämnda kabeln med sina fyra ledningar och beklädnaden af grof järntråd. Längden af denna mellan Port Kail i Skottland och Donag-hadee på irländska kusten sträckta kabel är 23^ sjömil. Ledningarna väga 160 skalp, och isoleringen, som är af gutta-percha, 300 skalp.; ledningsmotståndet är vid vanlig tempera* tur 7,5 ohm och elektrostatiska kapaciteten 0,3 mikrofarad, allt per sjömil (== 1,855 m.). Kring de fyra ledningarna och deras isolering finnes en hylsa af mässingsbleck till skydd mot skeppsmasken.

Bland andra telefonkablar af särskildt intresse må äfven anföras de nya kablar, som tillverkas af Félten & Guilleaume i Mulheim a. E. Här användes 'blanka koppartrådar, hvilka isoleras från hvarandra medelst luft. For att hålla trådarna på bestämdt afstånd sinsemellan begagnas skrufformigt vridna stöd af papper, hvilka i genomskärning ha form af X, när fyra trådar bilda ett knippe. Hvarje sådant knippe är försedt med ett äfven af papper bildadt rörformigt omhölje. Ett antal dylika ledningar är koncentriskt hoplagdt till en kabel samt omgifves med papper eller flätning samt armeras. Äfven under-vattenskablarna från samma firma ega luftisolering, men ytter-

ligare, guttaperchabeklädnad samt blymantel jämte grofva ståltrådar, så formade, att de bilda ett stadigt omhölje. *)

371. Ljudets öfverföring mellan telefonledningar och andra elektriska ledningar. - Om flera telefonledningar äro i hvarandras närhet eller om andra elektriska ledningar, t. ex. telegraftrådar, finnas i grannskapet, framkalla de elektriska vågor, hvilka alstras i en af dessa motsvarande vågor i de öfriga, och om icke särskilda åtgärder vidtagas kommer det ljud, som elektriskt fortplantas genom en ledning, att mer eller mindre blifva hörbart i andra ledningars telefoner. Detta är en allmänt bekant omständighet, och man tillskrifves den induktionen, vare sig den elektro-dynamiska eller den elektrostatiska, såsom vi senare skola närmare angifva.

Förf. har redan för några år sedan å Tekniska Högskolan anstalt försök för att öfvertyga sig om huruvida verkligen induktionen mellan två på något större afstånd varande ledningar kan framkalla hörbara ljud. Yi skola här anföra några af dessa försök. De båda väl isolerade ledningarna af koppartråd uppspändes parallela på 37 m. längd. Den primära var i förbindelse med två Ericssons mikrofoner, den sekundära med två hörtelefoner, så att ljudet kunde uppfattas med båda öronen. Till en början voro trådarna tätt sammanlagda. Flera ord, äfvensom ljud frambragta med orgelpipa eller trumpet genom den primära ledningen, hördes tydligt jämväl i den sekundära,

andra ord svagare eller knappt märkbart i denna. Aflägsnades ledningarna till 2 cm. afstånd, blef icke någon märkbar skilnad, utan ljudet hördes i den sekundära ledningen nästan lika väl som i förra fallet. Förminskades med bibehållande af 2 cm. afstånd den längd trådarna följde hvarandra till hälften af den ursprungliga, hördes ljudet visserligen svagare, men orden nästan tydligare artikulerade. Om man förminskade nämnda längd till en fjärdedel af den ursprungliga, blef ljudet mycket svagt, men dock tydligt artikuleradt. Aflägsnades slutligen ledningarna så, att på f af deras hela längd afståndet mellan dem var 2,6 m. och på J däraf 1,3 m., kunde ännu ett, ehuru ytterst svagt ljud, iakttagas. - Det visade sig jämväl att när 37 m. längd bibehölls, men afståndet ökades från 2 cm. till 10 och 20 cm., och ytterligare till 112 cm., så försvagades visserligen ljudet, men hördes nästan bättre artikuleradt än då trådarne voro närmare hvarandra. - Vidare undersöktes det inflytande i ledningarna anbragta motstånd utöfvade. Om afståndet var 10 cm., kunde ljudet ännu, ehuru svagare, förnimmas, med 2,000 å 3,000 ohm förökadt motstånd i den

*) Se vidare Teknisk Tidskrift, 1893, N:o 2.

sekundära ledningen; t. o. m. om denna ledning afbröts, iakttogs ljudet, men visserligen mycket svagt. *) Anbragtes åter trådarne 20 cm. från hvarandra, blef ljudet nästan ohörbart vid ett motstånd af 2,000 å 3,000 ohm i den sekundära ledningen.

Under dessa försök voro de båda telefonerna stälda än på tension, än i derivation af den sekundära ledningen och hördes ljudet nära nog lika väl i ena och andra händelsen. Något, men blott obetydligt sämre hördes ljudet med blott en telefon.

Yid en annan försöksserie följde trådarna hvarandra blott på 10 m. längd, under det att deras afstånd ökades till 2,5 å 3 meter. Äfven då hördes ljudet tämligen tydligt, om ock mycket svagt. Orden kunde likväl urskiljas.

Vi anföra ännu en annan försöksserie. De primära och sekundära ledningarna följde hvarandra på 14 m. längd och 30 cm. afstånd. Man hörde då ljudet tydligt i telefonerna, som voro förenade med den sekundära ledningen. Men om inan anbragte en sluten tredje ledning, så att en del däraf följde helt nära den del af den sekundära ledningen, som var närmast den primära, försvagades ljudet, men återkom, när den tredje ledningen afbröts. Induktionen upphäfves sålunda till en stor del genom den inverkan, som utöfvas af en i närheten varande tredje sluten ledning. Fullständigare blef dock denna verkan, om man införde den tredje tråden i samband med den sekundära, så att den utgjorde en del af återledningen. Då upphäfdes ljudet nästan fullständigt i den sekundära ledningen.

För att undersöka den inverkan, som hvarandra korsande ledningar utöfva, anbragtes de primära och sekundära ledningarna i rät vinkel sinsemellan, antingen i samma plan eller på ett afstånd. I intetdera fallet kunde ljud iakttagas. När sedan ledningarna bragtes i 50° vinkel mot hvarandra, hördes ljudet, äfven vissa ord, tämligen tydligt.

För att kunna göra en jämförelse mellan induktionen och derivationen genom jordledning, ställdes båda ändar af den primära ledningen i förbindelse med gasledningen, och den sekundäras båda ändar med vattenledningen, hvarjämte båda trådarne på 14 meters längd fingo följa hvarandra. När de voro i hvarandras närhet, hördes ljudet tydligt, men försvagades, när afståndet mellan trådarne ökades, och blef ytterst svagt, när deras afstånd steg till några meter. Förhållandet blef enahanda, när man i stället för vattenledningen införde en -solerad tråd såsom återledning i den sekundära slutningskedjan.

*) Om nyare iakttagelser öfver möjligheten att telefonera, oaktadt tråden brustit, se Elektrotechn. Zeitschrift, 1892, p. 74.

Derivation genom jordledning har således icke vid ofvan anförda försök utöfvat inflytande.

Dessa försök visa, att induktion kan göra sig märkbar ännu på några meters afstånd, äfven om trådarna fqlja

hvarandra en tämligen ringa längd. Det är därför att förmoda, att då denna längd är betydande, induktionens verkan kan utsträcka sig till stora afstånd. Preece har äfven funnit, att detta är händelsen, och han har offentliggjort åtskilliga hithörande anmärkningsvärda fakta. Så t. ex. har "Post-Office" i London telegrafkablar, nedlagda i ett järnrör i Gray's Inn Road. På hustaken, 24 m. öfver dessa kablar, funnos flera telefontrådar fastade. De genom telegraftrådarne sända signalerna kunde äfven iakttagas i telefonen. Yid de försök Preece på grund häraf anstälde, fann han, att dylika störningar kunde sträcka sig på 900 m. afstånd, ja vid två parallela telegraflinier på icke mindre än 17 kilometer. Men till och med på 65 kilometer gjordes liknande iakttagelser: ljud, frambragta vid en ledning i Newcastle kunde urskiljas i en därmed parallel ledning i Gretna, utan att någon tråd förenade dessa ställen. Man öfver-tygade sig om, att jordledning icke hade med saken att skaffa, utan sannolikt är det induktionen, som här är verksam.

Man får dock icke föreställa sig, att telegraf- och telefonhemligheten härmed är gifven fullkomligt till spillo. I allmänhet är det ett så stort antal telegrafiska och telefoniska meddelanden, som samtidigt i närbelägna trådar öfverföres, att man icke kan annat än undantagsvis genom induktionen bestämdt urskilja depescherna eller samtalen. Dessutom eger man medel att förminska eller till och med väsentligen upphäfva induktionens inflytande. Vi återkomma härtill i fråga om tele-fonering på längre afstånd och vilja nu blott anmärka, att man, såsom vi redan ofvan anmärkt, bäst vinner syftet genom att använda dubbla linier, således utan jordledning, på så sätt anordnade, att den inverkan genom induktion den ena linien röner upphäfves genom den motsatta inverkan, som på den andra linien utöfvas.

Äfven mellan underhafskablar på 800 m. afstånd har man funnit att företeelser, likartade med de nu anförda, gifva sig till känna.

Det synes af hvad som nu blifvit anfördt, att den ifrågavarande företeelsen har sitt upphof i antingen den dynamiska (äfven benämnd den magneto-elektriska) induktionen eller den statiska induktionen. Ett bland de ofvan omtalade försöken, hvilket visar, att ljudet kan genom induktion öfverföras, äfven om den sekundära ledningen är afbruten, antyder att den statiska induktionen medverkar. Ännu bestämdare framgår detta af de undersökningar J. J. Carty i New-York anställt, och

som han år 1889 och 1891 offentliggjort, och af hvilka han drager den slutsats, att det nästan uteslutande är den elektrostatiska induktionen, som är verksam i fråga om ljudets öfverförande mellan telefonlinier. Det framgår nämligen af försöken, att om två telefonlinier löpa parallelt på ett litet afstånd, och den ena af dem är i verksamhet, så gifves det vissa punkter å den andra linien, vid hvilka en införd telefon icke angifver något ljud, under det att ljudet tydligt höres vid andra ställen däraf, hvilket skulle bero på att neutralpunkterna utgöra gränsen mellan två urladdningar i motsatta riktningar. Ännu tydligare framgår induktionens elektrostatiska beskaffenhet af ett försök, hvartill fig. 431 lämnar schemat. L± är den primära telefon-

FIG. 431.

linien, L2 L3 en dubbelledning med införda hörtelefoner vid båda dess ändar, i4 en yttre tråd, som förenas med L1 genom en tvärförening w. L^ och L± äro på 13 mm. afstånd från resp. L2 och L3, hvilkas afstånd sinsemellan är 90 cm. Sätter man mikrofonen uti linien Ll i verksamhet, alstras därigenom icke något hörbart ljud i de båda telefonerna, men om w af-brytes, öfverföres ljudet till L2 och L3. Detta skulle bero på att L i och L± ega samma potential, när de äro förenade med en ledning och således verka, med lika kraft på Z>2 och Z3.

Yid några af A. E. Kennély gjorda beräkningar med anledning af ett bland Cartys försök, erhölls, att den störning, som den elektrostatiska verkan i detta fall föranledde, var c:a tjugu gånger så stor som den, hvilken härrörde af den elektro-dynamiska verkan.

Ehuru jordledningar icke utöfvat inflytande under ofvan anförda förhållanden, gifves det andra fall, då de föranleda väsentliga störningar vid telefoneringen. Luft- och jordelektriciteten åstadkommer strömmar i telefontrådarne och därigenom

egendomliga ljud. Men det är i synnerhet vid mycket långa ledningar de blifva af betydelse, och vid korta linier inverka de icke synnerligt störande på telefoneringen. - Dynamomaskiner och ledningar för elektrisk belysning och arbetsöfverföring äro visserligen i de flesta fall isolerade från jorden, men isoleringen är ofta nog ofullständig. I så fall kan läckningen förorsaka allvarliga olägenheter för telefonledningar i närheten, så snart dessa ega jordledningar. Man begagnar också ofta, åtminstone i utlandet, samma stolpar för telefonledningar som för belysnings- eller kraftledningar, och äfven i detta fall kan läckning medföra störningar vid telefoneringen. Men de betänkligaste svårigheterna af denna orsak uppstå vid telefonledningar, som äro i närheten af elektriska järnbanor. Såsom vi i det föregående visat, använder man oftast vid sådana banor järnvägsskenorna för strömmens återledning, men då dessa icke äro isolerade från marken, kommer en större eller mindre del af strömmen att taga vägen genom denna, och om en telefon-linies jordledning är i närheten, uppstår ett mycket störande biljud. Man har försökt flera olika sätt att förebygga denna olägenhet, hvilken föranledt många tvistigheter. Det torde endast vara genom användande af en fullständigt metallisk ledning, d. v. s. utan någon jordledning, vare sig vid telefon-eller järnvägsanläggningen, som felet helt och hållet upphäfdes. Enär dubbelledningarna för telefonen i alla händelser äro af stor fördel och förr eller senare blifva nödvändiga, är det sannolikt att genom deras allmänna bruk denna fråga finner sin lösning. *)

Defc är dock icke endast genom öfverledning, utan äfven genom induktion, som starkströmsanläggningarna verka skadligt för telefonien. Men erfarenheten har visat, att de härigenom uppkommande olägenheterna icke äro af synnerlig betydelse. Detta framgår däraf, att man med framgång flerestädes äfven vid mycket långa linier begagnar samma stolpar för båda slagen af ledningars uppbärande. Så t. ex. har man mellan Oflenbach och Sachsenhausen en tredubbel ledning af nära 4J km. längd för trefasström jämte telefonledning på samma stolpar. Yid

*) Man har nyligen funnit, att en annan olägenhet förorsakas af de elektriska järnvägarnas jordledningar, nämligen den elektrolytiska verkan, som strömmen utöfvar å vattenledningsrör och andra i jorden nedlagda metalledningar. Stundom då man användt dessa såsom återledning för förstärkning af jordledningen, har deras tvärskärning förminskats genom elektrolysen, hvarför man nödgats ersätta dem genom jordplåtar, som förenats med järnvägsskenorna. Men det har visat sig, att olägenheten förebygges genom att med jorden förena dynamomaskinens negativa pol, så att strömmen kommer från jorden till vattenledningsröret, samt förena detta med stationen (se vidare härom L'Eleetricien, 1893, sid. 337).

härmed anställda försök har det visat sig, att med strömmar af 1260 volt och 9 ampere icke någon allvarligare olägenhet tillskyndades den på 2m. afstånd anbragta telefonledningen när denna var dubbel, i synnerhet då trefasledningarna voro anbragta spiralformigt, så att deras verkan på de båda telefontrådarna blef utjämnad.

Vi böra anmärka, att genom telefontrådarnas anbringande på samma stolpar som de ledningar, i hvilka strömmar med hög potential framgå, den fara för person, som dessa medföra, något ökas, enär i vissa fall kontakt mellan båda slagen af ledningar kan uppstå, så att äfven telefonledningen meddelas samma potential. I detta hänseende kan det utan tvifvel vara fördelaktigare att använda särskilda stolpar för de olika slagen af ledningar, hvilket återigen föranleder en icke obetydlig förökning af kostnaden.

372. De elektriska företeelserna l vanliga telefonledningar. - Ljudet öfverföres i telefonledningar genom strömmar af oupphörligt vexlande styrka och i allmänhet äfven vexlande riktning. De lagar, som äro gällande i fråga om vexelströmmar, äro äfven här, åtminstone närmevis, gällande. Enär vexelströmmar lida större motstånd ju större antalet strömvexlingar är per sekund (§§ 66, 187), bör således vid telefonledningar, där en mängd strömmar af olika period samtidigt framgår, inträffa, att de strömmar, hvilka motsvara högre toner, försvagas mera än de andra. Den förändring ljudet härigenom lider är dock icke af någon betydelse i linier, hvilkas Själfinduktion är mycket ringa, äfven om motståndet är mycket stort, ehuru visserligen Ijudintensitéten i hög grad försvagas.

Vid några af Hopkins i Norra Amerika gjorda försök användes ett motstånd af tre megohm (d. v. s. 3.106 ohm),

bildadt af ett blyertsstreck på papper, hvars Själfinduktion därför var obetydlig, och det visade sig härvid, att ljudet skarpt och klart framfördes. Men annorlunda blifver förhållandet, när Själfinduktionen icke kan försummas. Det inflytande Själfinduktionen utöfvar i detta fall är nämligen icke blott en skenbar förökning i motståndet, utan äfven en förskjutning af fasen, så att denna retarderas. Man får således två förändringar vid ljudets öfverförande genom den elektriska strömmen i ledningar med afsevärd Själfinduktion: alla de öfverförda ljuden försvagas, hvarvid de som ega större svängningstal försvagas mera än de öfriga, om ock icke väsentligt; ljudvågorna förskjutas i afseende å hvarandra, så att de vågor, hvilka motsvara större svängningstal, mest retarderas. Den sistnämnda förändringen är ofta af vigt och föranleder otydlighet hos det ljud, som iakttages i telefonen.

Men det är ännu en omständighet, som är af väsentligt inflytande i detta hänseende, nämligen den elektrostatiska laddningskapaciteten hos ledningen samt den däraf beroende statiska induktionen. Hvarje ledare eger någon kapacitet, och det är uppenbart att till följd häraf vid elektricitetens strömning en försvagning af strömmen måste ega rum på större afstånd från utgångspunkten. Detta skulle icke medföra någon allvarligare olägenhet, om icke på samma gång fasen retarderades. En sådan fördröjning uppstår dock genom kondensationen på samma sätt som genom Själfinduktionen, så att båda dessa omständigheter bidraga till att göra det genom elektriciteten framförda ljudet otydligare. Det får dock uppmärksammas, att Själfinduktionen och kondensationen i vissa fall motverka hvarandra (jämför § 65). Till följd häraf förminskar Själfinduktionen icke nödvändigtvis strömstyrkan, utan kan till en viss grad verka nyttigt, så framt ledningen eger tämligen stor laddningskapacitet.

Af hvad i denna och näst föregående paragraf blifvit anfördt följer, att det genom elektriciteten öfverförda ljudets styrka forsvagas genom ökadt motstånd hos ledningen, genom elektricitetens läckning samt i allmänhet genom statisk induktion och Själfinduktion äfvensom att dess tydlighet förminskas genom statisk induktion och Själfinduktion, hvilka båda tillika förändra klangfärgen; denna förändras äfven genom att de högre tonernas amplitud försvagas mera än de lägres.

I fråga om läckningen bör anmärkas, att i de fall, att den statiska induktionen är af stort inflytande, detta kan förminskas genom läckningen, så att den elektriska laddningen får tillfälle att bortgå. Hvad åter angår Själfinduktionen och laddningskapaciteten, så böra de vara så ringa som möjligt både hos linierna och apparaterna. Koppar- och bronstrådar äro därför fördelaktigare än järn- och ståltrådar samt bimetallisk tråd.

Ju smalare tråden är, på ju större höjd den är öfver jordytan, och ju större dess afstånd är från andra ledningar, desto mindre är dess laddningskapacitet (§ 64). Linier på stolpar hafva i allmänhet mindre kapacitet än de på takställningar hvilande ledningarna.

Beträffande de dubbla ledningarna, hvilka numera i synnerhet för längre afstånd allmänt begagnas, bör uppmärksammas, att om A och B (fig. 432) äro två trådar för samma ström, så inverka icke de intill det symmetriskt belägna planet C D anbragta ledningar, så framt de icke genom sin tjocklek verka på samma sätt som om afståndet mellan A och B förminskades. Detta beror på, att potentialen vid en punkt, hvilken som helst å CD är noll, när A och B äro laddade med lika stora, men motsatta elektricitetsmängder. Äfven jordens närhet inverkar icke

mycket på de högt belägna och jämförelsevis nära hvarandra lagda ledningarna i afseende å deras laddningskapacitet. *) Redan dessa fördelar, oafsedt andra (§ 371), antyda dubbla ledningars värde för telefonien.
'

Vi böra nämna, att uttrycket "retardation", som man förr använde vid förklaringen af vissa störningar inom telefonien, icke angifver någon särskild elektrisk verkan, utan motsvarar dels själfinduktionens och dels den statiska laddningskapacitetens inflytande för så vidt fasen härigenom förändras.

Strömstyrkan i ledningar med användande af den förr vanliga transmittern af Blakes typ (§ 362) uppgår blott till 0,oooi åO,ooo7 ampere, beroende på batteriets och induktionsrullens beskaffenhet samt det ursprungliga ljudets styrka. Vid de nyare kolkornmikrofonerna uppgår strömstyrkan till O, o o o 2 å 0,oi ampere.

373. Telefonering på mycket stora afstånd. -

De elektriska företeelser, som vi i de båda senaste paragraferna tagit i betraktande, förefinnas i alla telefonledningar, men naturligtvis är det företrädesvis vid mycket långa ledningar de göra sig gällande. Man fann äfven snart, att fastän enkla järntrådsledningar och ofullkomliga apparater kunde gifva tämligen goda resultat vid telefonering på korta afstånd, de dock blifva otillfredsställande vid många mils afstånd. Till en början försökte man begagna telegraftrådarna äfven för interurban telefonering, och detta är äfven möjligt.

En belgisk elektriker van Hyssdberghe uppfann en metod att begagna telegraf ledningarna för telefonering, utan att därmed lägga hinder i vägen för telegraferingen. I självfva verket äro telefonströmmarne alltid så svaga och de förändringar de undergå så hastiga, att de icke utöfva inflytande på Morse-telegrafapparaterna, och om man vid dessa gör bruk af strömmar, som icke Ögonblickligt utan jämförelsevis långsamt förändras, kan man göra telegrafströmmarne utan inflytande på telefonen. Fig. 433 visar schematiskt denna anordning. Vid

*) Vid dubbelledningar ega båda trådarne tillsammans blott vid pass T7Ö af endera trådens laddningskapacitet i förhållande till jorden. Sålunda fann Massin (Comptes Rendus de TAcademie des Sciences, 1891) kapaciteten bos enkla ledningar per kilometer 0;0092 å 0,0099 samt hos dubbla ledningar

0,0065 å 0,0070.

FIG. 432.748 TELEFONEN OCH MIKROFONEN.

den afsändande telegrafstationen A får strömmen från batteriet P genomlöpa två trådrullar E19 E2, under det att samtidigt kondensatorn C laddas. Trådrullarne utöfva hvardera ett motstånd af 500 ohm; kondensatorns laddningskapacitet är 2 mikrofarad. När nyckeln M nedtryckes, kommer strömmen till en början till den ena rullen E^, som modererar dess första verkan, samt genom nyckeln till den andra rullen E2, hvars ändamål är dels att fortsätta den första rullens verkan, dels att tvinga elektriciteten att ladda kondensatorn. Il är skrifapparaten. Trådspiralerna äro såväl inuti försedda med järnkärna, som

FIG. 433.

utomkring med beklädnad af mjukt järn. Härigenom alstras vid strömmens slutning och af brytning starka extra strömmar. I förra fallet går extra strömmen motsatt den i stapeln alstrade strömmen och fördröjer dennas uppkomst, hvaremot vid af-brytningen extra strömmen går i samma riktning som stapelns ström och således föranleder, att denna icke ögonblickligt upphör. Kondensatorn tjänstgör på samma sätt och förstärker induktionsrallarnes verkan. Vid telefonstationen S sätter man telefonen T i förbindelse med linien L genom en kondensator Cr af 2 mikrofarad. Man kan på detta sätt medelst kondensatorn öfverföra de undulatoriska telefonströmmarne från linien till telefonapparaten eller omvändt, utan att telegrafströmmar n e få tillfälle att dit intränga.

Yan Rysselberghes system har tillämpats i Belgien mellan flera städer, äfvensom å vissa telegraflinier i några andra länder. Så t. ex. försöksvis mellan Paris och Briissel på ett afstånd af 335 kilometer, mellan Madrid och Burgos 252, mellan Oporto och Lissabon 312, mellan Buenos-Åyres och Hosario 350, mellan Paris och Reims 165 kilometer. Något allmännare användande torde det likväl icke erhålla, då det påkallar för-TELEFONERING PÅ MYCKET STORA AFSTÅND. 749

ändring af telegrafanordningarna samt dessutom telefoneringen går långt bättre på dubbla linier af koppar.

Vi böra dock nämna, att ett af P. Picard uppfunnet nytt system för samtidig telefonering och telegrafering, grundadt på induktionsrullars användande, hvilket försökts mellan Paris och Lyon, synes hafva lämnat bättre resultat än det förenämnda och upptagits af den franska post- och telegrafförvaltningen. *) Det är icke heller osannolikt,1 att i vissa fall ledningar, afpassade för telefonering, med fördel skulle kunna begagnas äfven för telegrafering. Men vanligtvis har man gjort bruk af särskilda telefonlinier.

Den bekante engelske elektrikern Preece har på grund af åtskilliga försök med telefonledningar för stora afstånd uppställt den regel, att produkten af liniens kapacitet i mikrofarad och ledningsmotstånd i ohm bör understiga 15

000 och helst 7 500. Han fann nämligen, att när nämnda produkt var

15000 blef telefonsamtal omöjligt. 12000 » » möjligt.

10000 » >» godt.

7500 » » mycket godt.

5000 » » förträffligt.

2500 » » fullkomligt.

På grund af denna regel äro några långa linier utförda, såsom Paris-London. Men erfarenheten har sedermera visat, att Preeces regel ingalunda eger allmän giltighet. Vi anföra särskildt den största af de hittills utförda telefonlinjerna: Boston-New-Tork-Chicago, som är mer än 1200 eng. mil lång, och där nämnda produkt uppgår till öfver 46 000. Denna linie har likväl visat sig fullt ändamålsenlig. Yid densamma användes koppartråd n:o 8 B. W. G. (4,19 mm. diameter), med ett motstånd af 2,06 ohm samt en laddningskapacitet af 0,0158 mikrofarad, allt för eng. mil. Den dubbla linien uppbäres af stolpar af cederträ, så höga, att den kommer på 26 eng. fot öfver marken. Två horisontala 10 fot långa armar af furu äro anbragta på stolparne och härpå äro glasisolatorer fastsatta. Fig. 435 A visar dessas vanliga anordning och JB vid omkastningar, hvilka på passande afstånd utföras på sätt fig. 434 antyder, hvarvid får anmärkas, att tråden kommande från ena sidan slutar på Öfre isolatorn och fortsätter genom en tvärförening till tråden på andra sidan, hvilken äfven slutar vid isolatorn. Genom tvärföreningar omkastas ledarens läge på

*) Se häröfver L'Électricien, 1891, p. 145.750

 FlG. 434.

FIG. 435.

ömse sidor af tvärarmen, enligt det schema fig. 436 visar, då A By B C... är 1300 fot samt där l-10 motsvarar öfre och 11-20 undre armens trådar. Stolparnes afstånd från hvar-

FlG. 436.

andra är 130 fot. Vid hvar tionde stolpe finnes en åskledarestång af galvaniserad järntråd.

Förutom genom luftledningarna sker telefoneringen på Bjston-New-York-Chicago-linien genom 2 eng. mil under-hafskabel och 3 mil underjordskabel.

FIG. 437.

De telefonapparater, som användas vid denna långa linie, äro tillverkade af White i Boston och utgöras af en förbättring af Hunmngs. Fig. 437 visar en genomskärning och detaljer af transmittera. Man har här två kolskifvor E och B, åtskilda med fint antracitpul-ver. Den ena är direkt fäst vid membranet D, hvilket mottager ljudvågorna, under det att den andra är förenad med mässingsstycket W, som är utskuret för

kolskifvornas upptagande och är isoleradt från dessa medelst papper. Kolskifvorna äro fastlimmade på mässingsskifvor för att kunna anbringas vid metallstycket och diafragman. Dessutom är skifvan E förenad med en glimmerskifva m medelst en mutter samt med W genom en annan mutter. Mässingsstycket TF är i sin ordning fäst vid ramen F medelst mässingsstycket P. Membranet qvarhålles vid ramen genom fjädrarne /. Alltsammans inneslutes i den runda dosan 6Y, hvilken anbringas på ett stöd. - Denna transmitter lär gifva en stor ljudintensitet samt artikulera ljudet synnerligen väl.

Ex. Vid tillämpningen af Preeces regel har man multiplicerat ledningens totala motstånd med kapaciteten hos en af dess trådar i afseende å den andra tråden, hvilken kapacitet antages vara hälften så stor som om den bestämdes i afseende å jorden (se § 64). Med andra ord: det i ohm uppmätta motståndet hos en af trådarne i den metalliska ledningen multiplicerar med dess i mikrofarad bestämda laddningskapacitet med hänsyn till jorden. Man skulle således erhålla produkten af motståndet och laddningskapacitetea att vara vid ofvannämnda ledning: 1200 . 2,06

.1200 . 0,0158 = 46869. I verkligheten är dock kapaciteten ännu större, emedan en del af ledningen utgöres af kablar.

374. De elektriska företeelserna i telefonkablar.

- Äfven, här uppträda de i §§ 371 och 372 anförda företeelser, och då ledningstrådarne i en kabel komma helt nära hvarandra, skulle de skadliga inbördes verkningarna i hög grad göra sig gällande, om man icke på sätt vi redan i § 370 antydt lindade de till samma strömkrets hörande trådarna i spiralform kring hvarandra och dessutom omgaf dem med

ämnen egande blott ringa specifik induktionsförmåga, så att den elektrostatiska laddningskapaciteten blifver så liten som möjligt. Man har äfven försökt andra sätt att förminska kapaciteten eller försvaga dess inflytande. Sålunda har man reducerat trådlindningen så långt det låtit sig göra samt gifvit kablarna en jämförelsevis liten isoleringsförmåga, så att den elektriska läckningen hindrat den elektrostatiska laddningen öfverskrida en viss gräns. Men visserligen far detta icke ske genom att kablarna hållas fuktiga, ty detta skulle öka kapaciteten. Det bör för öfrigt omtalas, att de medel man använder för att hindra induktionen från en ledning till en annan till en viss grad ökar kapaciteten och således gör ljudet mindre klart. De koncentriska kablarne, som man for några år sedan försökte inom telefonien, i det man utomkring koppartrådens isoleringsskikte anbragte ett tunt rörformigt ledande lager, hindra visserligen nästan fullständigt induktionen, men de äro likväl olämpliga, emedan de i hög grad öka laddningskapaciteten. Äfven den numera allmänt begagnade anordningen med hoplindade trådar ökar kapaciteten, men blott i ringa mån. - Denna förökning beror dels på trådens större längd, dels ock förnämligast på att trådarna pressas nära intill hvarandra vid hoplindningen. För att ytterligare motverka induktionen inom kablar bör man undvika att korsningöpunkterna vid de dubbla trådarna komma bredvid hvarandra.

Om man jämför blanka luftledningar och underjordskablar, finner man, att de sistnämndas laddningskapacitet vanligen är långt större för samma längd. Så t. ex. bestämmes i specifikationen, som det amerikanska Bell-telefonbolaget utfärdar för kabelleveranser, att kapaciteten hos en tråd icke far vara mer än 0,18 mikrofarad per eng. mil, hvarvid tråden undersökes, då de andra trådarne äro i förening med jorden; motståndet hos en sådan tråd är omkring 36 ohm. Den lägsta kapaciteten hos en kabel torde vara omkring 0,075. Såsom jämförelse erinra vi om Boston-Chicago-luftledningen, hvars kapacitet är ovanligt stor och som dock blott uppgår till 0,0158 mikrofarad per eng. mil. Vid de långa underhafstelefonkablarne har man begagnat sig af samma anordning som vid luftledningarna för att upphäfva de skadliga inverkningarna på sätt fig. 430, sid. 739 åskådliggör.

375. Några särskilda tillämpningar af telefonen och mikrofonen. - Utom den allmänt bekanta tillämpningen af telefonen och mikrofonen för samtals förmedling på större eller mindre afstånd utom eller inom hus samt för permanenta eller tillfälliga anläggningar, hafva dessa apparater visat sig

vara af icke ringa gagn för flera andra ändamål. Vi skola här i korthet anföra några bland dessa.

Öfverförande af musik. Såsom vi ofvan sett försökte man redan från början vid uppfinningen af telefonen att anordna denna för meddelning af musikaliska ljud. Denna tillämpning har äfven sedermera vunnit ganska stor betydelse. Yid olika tillfällen och särskildt vid elektricitetsutställningar, t. ex. i Paris 1881 och Frankfurt a. M. 1891, Qhar man i vidsträckt skala anordnat telefonisk meddelning på stort afstånd, äfven från andra städer, af musik och sång. Vid den förstnämnda utställningen skedde detta från operan i Paris till industripalatset därstädes. På avantscenen vid sidan af rampen voro 5 mikrofoner, sådana fig. 403, sid. 702 visar, anbragta å ömse sidor om sufflören.

Mikrofonerna stodo i förbindelse med hvar sin stapel af några Leclanchés element samt med en liten induktionsrulles primära ledning. Fig. 438, hvilken lämnar en schematisk fram-

FIG. 438.

ställning af hela anordningen, visar för två af mikrofonerna, nämligen n:o l och 6, huru de voro förenade med staplarne Pl och P6 samt den grofva tråden till induktionsrullarne Sl och

S Q. Den sekundära, fina tråden gick till den dubbla ledningen Lly L Q, som förde till de telefoniska hörsalarne. Mot hvarje mikrofon svarade 8 receptor-telefoner. Således användes tillsammans 80 telefoner, och dessa voro fördelade uti två salar, hvardera afsedda för 20 personer. För hvarje person fanns således två .telefoner, så att ljudet uppfattades med båda öronen, hvilket är ganska väsentligt i detta fall, enär härigenom en företeelse uppstår i viss mån analog med den, som vid stereo-skopet visar sig. Hvad den sistnämnda apparaten är för ögat, är den ifrågavarande anordningen för hörseln. Då man lyssnade i endast en telefon, fick man icke något begrepp om på huru stort afstånd talaren befann sig. Helt annorlunda blef förhållandet, när man gjorde bruk af de båda hophörande telefonerna. Man hörde då tydligt de särskilda på scenen varande personernas röst förändras allt efter som de förflyttade sig, och man erhöll härigenom ett begrepp om deras vexlande ställning i afseende å hvarandra. Man ser af fig. 438, huru mikrofoner och telefoner voro parvis grupperade för vinnande af detta ändamål.

Det visade sig vara af vigt for ljudets behöriga meddelning, att de vid rampen anbragta gaslågorna äro omvända, så att lågorna brinna uppifrån nedåt och gaserna bortgå genom en under golfvet liggande rörledning, hvarigenom icke några heta gasströmmar inverka på telefonen. - Sedan numera det elektriska ljuset vunnit allmänt användande vid teatrar, är denna omständighet utan betydelse.

I Paris har sedermera ett bolag bildat sig, hvilket för en viss afgift sätter en abonnent i denna stad i stånd att i hemmet höra föreställningarna å de särskilda teatrarne. Äfven i offentliga lokaler derstädes: klubbar, kaféer, hotell o. s. v., äro flyttbara apparater, teatrofoner, anordnade för samma ändamål.

Man har jämväl flera gånger i Stockholm telefoniskt öfver-fdrt musik och sång från operan till Allmänna telefonbolagets station i samma stad.

Induktionsvågen. Denna är en af Hughes uppfunnen apparat, med hvars tillhjälp de minsta spår af metaller kunna iakttagas och undersökas. Fig. 439 visar schematiskt apparatens anordning, a, o! äro två primära, 6, V två sekundära trådrullar. Samma ström, vanligen från tre Daniells element och hvilken genomgår en mikrofon för att den må erhålla vexlande styrka, sändes genom a och af. De sekundära rullarne b och V äro så förenade, att i dem inducerade strömmar gå i motsatta riktningar. Mikrofonen sättes i verksamhet medelst ett ur. För att pröfva likheten af de båda inducerade strömmarne i b och V är i ledningen mellan dem en telefon införd. Äro de fullständigt lika hvarandra, är telefonen tyst, men denSÄKSKILDA TILLÄMPNING AB AF TELEFONEN OCH MIKKOFONEN. 755

minsta olikhet mellan dem gifver sig tillkänna i telefonen genom ljud. Så t, ex, om man anbringar två fullständigt lika mynt inuti a, b och a', V, höres ingenting i telefonen, men denna ljuder högt, om de båda mynten äro olika, det ena t. ex. något mer nött än det andra. Den af de båda metallstyckena beroende skilnaden i induktionen kan uppmätas medelst en särskild apparat, sonometer, som synes vid öfre delen af fig»

FIG. 439.

«, «J ,10 .C £0 60W*OSO/IOO<HO<IOi;!i

439. Tre trådrullar äro anbragta parallela med hvarandra å en skala, på så sätt, att de båda yttre rullarne c och e äro orörliga, men den mellersta d kan flyttas längs skalan. En af de sekundära trådrullarne, nämligen &, är satt i förbindelse med d. Trådrullarne c och e genomlöpas däremot i motsatta riktningar af den primära strömmen. När d står midt emellan c och e, kompenseras dessas verkan på d, men när denna närmas till vare sig c eller e, induceras en ström i dy hvars rikt-756

TELEFONEN OCH MIKROFONEN.

ning beror på åt hvilken sida d förflyttas. Det afstånd, som d får flyttas för att återställa jämvigten, när lika stora stycken af två olika metaller anbringas i a, b och a!, V, angifver i godtyckliga enheter skilnaden mellan dessa metallers olika ledningsförmåga för ögonblickliga inducerade strömmar. Apparaten är så känslig, att om ett milligram koppar eller en fin järntråd, finare än ett hufvudhår, införes i en af trådrullarne, telefonen därigenom

bringas att högt ljuda. Den kan därför användas för undersökning af metallernas egenskaper, och den har vid flera tillfällen blifvit använd för detta ändamål.

Vi böra äfven nämna, att i en förändrad form en liknande apparat blifvit begagnad för metallers undersökning till praktiskt behof. Fig. 440 visar schematiskt anordningen af den nya af de Place konstruerade apparaten, hvilken uppgifves med fördel hafva blifvit använd i flera franska fabriker. B är det metallstycke, som undersökes, M en Orossleys mikrofon, F en

FIG. 440.

stålstång, hvilken rör sig fram och tillbaka medelst urverk eller på annat sätt, så att den gör tre slag på två sekunder mot B:s yta, P en stapel, R Ur en skala, vid hvilken två trådrullar J?, B äro anbragta, och hvaraf B är förenad med den i ett annat rum varande mikrofonen och Br med en hörtelefon T. Hvardera af rullarne hafva 125 ohms motstånd. B står vid skalans nollpunkt, Bf flyttas så långt, att man i telefonen knappast kan iakttaga ett hörbart ljud, när stången F slår mot metallstycket. Detta, som kan vara en järnvägsskena, en maskinaxel etc., kan sålunda undersökas genom att ljudet förändras, när stången träffar metallen i närheten af en spricka. Inom fysiologien och läkarevetenskapen ha mikrofonen och telefonen vunnit användande. Sålunda har induktions-vågen begagnats för undersökning af projektilens läge vid skottsår, och första gången tillämpades den härför i Amerika å presidenten Garfield. En särskild mikro-telefon-sond är konstruerad af Chardin för kirurgiska undersökningar, och detta icke blott för att taga reda på i kroppen inträngda metall-

stycken, utan äfven på hårda delar af andra ämnen. Vidare må omnämnas mikro-telefon-stetoskop af olika slag.

Tillämpning för elektriska mätningar. Man har vid flera tillfällen ersatt galvanometern med telefonen vid elektriska mätningar af motstånd, elektromotorisk kraft o. s. v. Vi hafva redan i § 61 anfört exempel härpå. Flera olika bryggor äro konstruerade för telefon, och de medföra den fördel framför instrument med galvanometer, att man icke behöfver vänta på att en magnetnål intagit sitt jämvigtsläge. *)

Undersökning af kontakter. En ganska vigtig omständighet vid konstruktionen och användandet af elektriska apparater äro kontakterna mellan de särskilda ledarne för den elektriska strömmen. Om man i ledningen inför en telefon, kan man af det i denna uppkommande ljudet sluta till kontaktets beskaffenhet och förbättra de fel, som i detta hänseende förefinnas. Så t. ex. gjorde Lacoine bruk af telefonen för pröfning af kontakterna vid ett system af elektriska ur. De yttre kontakterna vid dessa gjordes med minutvisaren, hvilket förorsakade svårigheter till följd af friktionens ojämnhet. Men dessa öfvervunnos med tillhjälp af telefonen. När friktionskontakterna voro dåliga, hörde man i telefonen starka ljud, beroende på ögonblickligt afbrott eller betydande tillväxt i motståndet. När kontaktet var fullkomligt, hörde man endast ljud, som uppkommo vid strömmens slutning och afbrott i regelbunden ordning, men under hela den tiden kontaktet fortfor uppstod intet ljud. Det blef därigenom möjligt att lämpligt afpassa kontakt-fjädrarnas dimensioner och styrka. Lacoine begagnade jämväl telefonen vid en elektrisk anemometer för att kunna på afstånd undersöka dess hastigt vexlande kontakter och i tid kunna verkställa dessas reparation.

Vid små elektriska motorer kan man genom att anbringa en telefon i derivation från borstarne och iakttaga ljudet undersöka huruvida den tryckning, som utöfvas af borstarne, är tillfyllestgörande för kontakten utan att friktionen blifver för stor. I synnerhet för de motorer, som begagnas vid vissa elektriska mätare, är denna tillämpning af nytta.

Undersökning af ventilationsapparater. Man har gjort bruk af telefonen för att kontrollera ventilationsapparaters verksamhet. Särskildt vid grufvor har detta funnit tillämpning. Ett litet hjul sättes i rörelse af den framströmmande luftmassan, och nära detta anbringas en telefon, hvilken är förenad med

*) Vilkoren för ljudets upphörande vid dylika mätningar med telefonens hjälp kunna blifva mycket invecklade, när Själfinduktionen, den ömsesidiga induktionen mellan ledarne äfvensom laddningskapaciteten utöfva märkhart inflytande (se häröfver: Blakesley, Alternating currents of electricity, tolfte kapitlet).

en dylik å ingeniörkontoret Man kan då höra af det buller, som vid hjulets rörelse uppstår, huruvida ventilationen försiggår i vanlig ordning eller om någon rubbning däruti inträffat.

Undersökning af värmekällor. Hughes, du Moncel och Edison hafva användt mikrofonen for att undersöka svaga värmekällor. Denna tillämpning grundar sig därpå, ^att motståndet vid mikrofonen varierar med temperaturen. Du Moncel gick till väga på det sätt, att i en fjäderpenna infördes fem små kolstycken, sådana man använder dem för elektrisk belysning. När kolstyckena trycktes mot hvarandra med en lagom stor kraft, och en ström fördes genom dem samt genom en galvanometer, angaf dennas vexlande utslag de temperaturförändringar kolet undergick. Om man närmade eller aflägsnade handen eller om man andades mot pennan, visade sig detta på galvanometern. Edison har konstruerat en särskild apparat, mikrotasimetern, hvarmed man kan undersöka ytterst svaga värmekällors strålning. Den utgöres i hufvudsak af den kol-transmitter, vi förut beskrifvit (§ 351), samt en mot ändarne tillspetsad stång, anbragt så, att den ena änden trycker mot platina- och kolskifvorna. När stångens temperatur förändras, blifver det mot skifvorna utöfvade trycket starkare eller svagare samt ledningsmotståndet mindre eller större. Ledes en ström genom apparaten samt genom en galvanometer, kan dennas utslag angifva värmestrålningens intensitet. Äfven för undersökning af fuktighetshalten o. s. v. har Edison gjort bruk af en dylik anordning.

Fonoforen. Ingeniör O. E. Wollert i Stockholm har erhållit patent*) å en af honom uppfunnen apparat, benämnd fonofor, hvilken utgör en kombination af telefonen och fono-grafen. Härigenom möjliggöres, att en person, som önskar göra ett meddelande per telefon, men ej vid påringningen får något svar, kan tillkoppla en apparat, hvilken därpå upptecknar meddelandet på så sätt, att den anropade sedermera kan höra hvad som telefonerats. Ljudet upptages likasom vid den vanliga fonografen af en roterande cylinder, hvaruti ett stift gör intryck, Men detta stift sättes i rörelse icke direkt genom ljudvågorna, utan medelst samma elektriska strömmar, som framkalla ljudet i hörtelefonen, hvarjämte spetsens vibrationer på elektrisk väg ditföras vid ljudets återgifvande.

376. Bells fotofon. - Telefonens uppfinnare, Bell, har jämväl uppfunnit en annan märkvärdig apparat, af honom benämnd fotofon, med hvars tillhjälp ljudet kan öfverföras på stora afstånd genom förmedling af ljusstrålarne. Ehuru denna

*) Se: Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, n:o 3862.

senare Bells uppfinning ingalunda i praktisk betydenhet kan på långt när mäta sig med hans stora uppfinning af telefoner, är den i alla händelser af värde i vetenskapligt hänseende och har gifvit anledning till intressanta undersökningar och upptäckter inom fysiken. Enär fotofonen står i ett tämligen nära samband med telefonen, skola vi här något närmare redogöra för densamma.

Den princip, på hvilken fotofonen eller radiofonen, som den nu mera ofta benämnes, är grundad, är känd sedan år 1873, då Willoughby Smith upptäckte, att kristallinisk selen utöfvar ett mycket ringare motstånd för den elektriska strömmen, då metalloiden utsättes för ljuset, än då den är i mörkret. Redan i diffust dagsljus kan ledningsförmågan hos en kristallinisk skifva eller stång af selen förökas till den dubbla eller tredubbla, och i direkt solljus till och med till mer'än den tiodubbla mot hvad den är i mörkret eller utsatt lör endast mörka värmestrålar. De olika färgerna utöfva i detta hänseende olika inflytande. Sålunda har man funnit vid belysning med olika delar af spektrum de relativa motstånden att vara vid

rödt ljus............... 256

orange »............... 277

grönt »............... 278

violett »............... 279

diffust »............... 270

En dunkel låga, som alstras med Bunsens brännare, är föga verksam, men göres den lysande, kan den verka kraftigt.

De förändringar, som ledningsförmågan hos selen lider genom ljuset, försiggå mycket hastigt. Anbringas selen i ledningen till en telefon och en knippa af intermittenta ljusstrålar får falla därpå, hör man därför i telefonen en ton, som motsvarar ljusets vexlingar. Det är på detta förhållande fotofonens verksamhet beror. Fig. 441 visar apparatens anordning. Det rör, vid hvars mynning man talar, är vid ena änden tillslutet med en mycket tunn glasskifva M eller ock med ett metallblad. Skifvan eller bladet verkar såsom en spegel, så att om en knippa ljusstrålar, reflekterade af den plana spegeln H och koncentrerade af en lins, faller därpå, kommer den att återkastas, hvarvid intensiteten hos ttei reflekterade ljuset varierar, emedan ytan af M ömsevis blifver konvex, plan och konkav. Strålarne träffa en konkav spegel (se nedtill å fig. 441) och koncentreras af denna mot selenreceptorn B. Denna lider ständiga vexlingar i sitt motstånd, svarande mot de formförändringar, som M undergår under inflytande af de i röret

alstrade ljudvågorna. Men selenreceptorn II är införd i ledningen från en galvanisk stapel -P till en telefon T. I denna kan man då höra det ljud, som frambringas vid den afsändande stationen. - För att utestänga de dunkla värmestrålarne användes ett kärl C, innehållande alunlösning.

FIG. 441.

Beträffande selenreceptorn bör nämnas, att Bell funnit den böra erbjuda ljuset så stor yta som möjligt, men tillika göra så litet motstånd som möjligt vid den elektriska strömmens genomgång. Han bildar den för den skull af en följd ringformiga skifvor, omvexlande af mässing och glimmer, hvilka tryckas mot hvarandra. Grlimmerskifvorna ega något mindre diameter än mässingsskifvorna, och de så uppkommande mellanrummen uppfyllas med selen. Denna bildar således små ringar mellan två mässingsskifvor. Hvarannan af de sistnämnda skifvorna

är i förbindelse med den positiva, hvarannan med den negativa polen till stapeln. Det totala motståndet är 1200 ohm i mörkret och 600 ohm vid dagsljus.

Eör att kunna anbringa selenen vid cylindern, upphettas denna till metalloidens smältpunkt, hvarefter en stång selen, sådan den i handeln förekommer, gnides däremot, då de ringformiga mellanrummen däraf fyllas. Temperaturen höjes därefter småningom, till dess selenens metalliska utseende försvinner, hvarefter apparaten får afsvalna.

Den nu beskrifna anordningen af fotofonen är på flera olika sätt modifierad, såväl af Bell som ock af flera andra vetenskapsmän. I stället för den tunna, böjliga spegeln M har Bell gjort bruk af en lins, bildad af två tunna, böjliga glasskifvor och en af dem innesluten genomskinlig vätska. Por att göra ljuset intermittent användes en roterande skifva med en mängd fina hål vid omkretsen, så att den därpå fallande ljusknippan ömsevis genomsläppes och utestänges. Om ljuset sedermera koncentreras mot selenreceptorn, kan man i den därmed förenade telefonen höra ett ganska starkt ljud, hvars höjd beror på skifvans rotationshastighet. Men jämväl utan selenreeeptor, stapel och telefon kan ett om ock mycket svagt ljud förnimmas. Anbringas nämligen vid den punkt, mot hvilken ljusstrålarne konvergera, ett tunt ebonitblad, och örat hålles däremot, höres en ton, likaså om strålarne fa falla omedelbart i hörselgången. Det har äfven visat sig, att fibrösa ämnen, såsom vadd, ull etc. framkalla starkare ljud än hårda kroppar. På grund häraf konstruerades en receptor, bestående af en konisk kopparlåda, vid basen sluten med en glasskifva och med spetsen förenad med ett kopparrör, stående i förbindelse med ett akustiskt rör. Om i det koniska rummet fibrösa ämnen anbringas, blifver ljudet, som genom de intermittenta ljusstrålarne framkallas, starkare, än om en skifva begagnas. Ännu mera förhöjes ljudintensiteten, om bakom glasskifvan anbringas ett nät af svärtade trådar. Vid undersökning af olika ämnens förhållande, befanns det, att kropparnes fysiska tillstånd och färg utöfva det största inflytande på intensiteten hos de ljud, som medelst dem frambringas. Ju porösare kroppen är, ju dunklare dess färg och ju större dess absorptionsförmåga,

desto kraftigare är dess verkan.

En ganska vigtig iakttagelse är gjord af Tainter, nämligen att kimrök, under inflytande af intermittent ljus, undergår så betydande molekylära forändringar, att en därigenom gående elektrisk ström lider motsvarande vexlingar till sin intensitet. Kimrök kan således i detta fall ersätta selen. En fotofonisk receptor, grundad på detta förhållande, kan förfärdigas af en på ena sidan försilfrad glasskifva, där man borttagit försilfringen efter ett antal parallela långa linier, förenade i zigzag medkortare sådana, på så sätt att den försilfrade ytan delas i två från hvarandra isolerade delar, åtskilda med ett kamformadt smalt mellanrum, hvilket förses med ett öfverdrag af kimrök. En klämskruf anbringas vid hvardera af de båda försilfrade delarne, så att strömmen från en stapel kan gå tvärs igenom den smala men långa remsan af kimrök samt genom en telefon. Utsättes glasskifvan för intermittent ljus, kan man höra ett egendomligt ljud i telefonen. Till och med talet kan på detta sätt öfverföras. Gror man bruk af induktionsrulle, hvars primära tråd förenas med stapeln och den sekundära med telefonen, blifver verkan starkare. Platinasvamp kan användas i stället för kimrök.

Mercadier har egnat de i fråga varande företeelserna en omfattande undersökning och ådagalagt, att selens och kimröks radiofoniska verkan beror på de strålar, som frambringa ljusintryck och att den är störst vid den starkast lysande; delen af spektrum. När man däremot gör bruk af en receptor med direkt verkan, således utan ström och telefon, ega de värme-bringande strålarne, således de röda och de infra-röda dunkla strålarne, företrädesvis inflytande på företeelsen.

Tolfte kapitlet.

Åtskilliga tillämpningar af elektriciteten.

377. Telegrafering från i rörelse varande bantåg.

- Yi vilja bland nyare tillämpningar af elektriciteten till en början omnämna en af Edison, Gililand och Viley Smith gjord uppfinning att åstadkomma telegrafförbindelse mellan i gång varande bantåg sinsemellan och med stationen. Por detta ändamål begagnas de långs banan anbragta vanliga telegraf-linierna, hvilka i detta fall fa tjänstgöra såsom ena metallbeklädnaden till en luftkondensator, hvars andra motsvarande beklädnad bildas af de med bleck täckta taken till vagnarne, hvilka äro sinsemellan förenade med böjliga ledare. Fig. 442 visar schematiskt den för dylik telegrafering å en vagn använda inrättning. Här beteckna h, h nyssnämnda ledare, JB en induktionsrulle, T en hörtelefon. Genom induktionsrullens

hvarvid inducerade strömmar af vexlande riktning genomgå, vid denna apparat Omkastaren O, hvilken då har kontakt vid l, emedan den ned tryckes af den på häfs tången upphängda handtelefonen T, och vidare till Ll och linien till mottagningsapparaten och kommer genom dennas kontakt l samt omkastare till ringapparaten R. När sedermera man å afsändande stationen talar framför mikrofonen, åstadkommes i den primära trådlindningen till induktionsapparaten ett föränderligt mot-

FIG. 410.

FJG. 411.

stånd. Om man vid afsändande stationen upplyft handtele-fonen T från sin klyka å Omkastaren, uppstår kontakt vid 2 och därigenom slutes ledningen från batteriet B till i:& primära ledning, hvarjämte, genom mikrofonens föränderliga motstånd, strömstyrkan oupphörligt vexlar och undulatoriska in-duktionsströmmar alstras i den sekundära trådlindningen till L Dessa gå genom T till Ll samt genom linien till mottagningsstationen, och om äfven här b and telefon en är upplyftad, går strömmen därigenom och till jorden. Den sistnämnda telefonensFIG. 412.

membran kommer härvid i vibrationer, motsvarande de, hvilka frambringas hos membranet i afsändningsapparatens mikrofon.

364. Telefonsystem ined anyändande af kondensatorer. - Vi hafva i det föregående (§ 347) visat, att redan vid början af försöken öfver ljudets öfverförande medelst elektricitet man tog kondensatorer hjälp i anspråk. Mera gånger sedermera hafva uppfinningar i denna väg framträdt, och vi skola här i korthet anföra de förnämsta af dem, hvilka äro af intresse i flera hänseenden, ehuru de visserligen ännu icke fört till resultat af större betydelse för praktiken.

Dolbears telefonsystem. Ett amerikanskt telefonsystem, härrörande af Dolbear, blef för första gången allmännare bekant i Europa under elektricitetsutställningen i Paris 1881 och ådrog sig då icke ringa uppmärksamhet genom luftkondensatorn^ tillämpning. Såsom afsändnings-apparat kan hvilken mikrofon som helst, försedd med induktionsrulle, användas, men mottagningsapparaten är en luftkondensator. Fig. 412 visar dennas anordning i dess enklare form. Den utgöres af två mycket tunna metallbleck G och D, fästa på omkring | millimeters afstånd från hvarandra uti en hylsa af ebonit i två delar. Den ena åt C vända delen hålles mot örat och är tratt-formad, den andra är försedd med en knapp, tjänande/såsom handtag. Efter knappens medellinie går en skruf, som beror skifvan 17 och tjänar till att hålla denna i det ändamålsenligaste läget till den främre vibrerande skifvan:\C. Det är endast den sistnämnda af de båda skifvorna, som vibrerar, hvaremot skifvan D såväl genom det sätt hvarpå den är fäst vid kanten som genom den nyssnämnda skrufven förhindras att deltaga i vibrationen. Afståndet mellan skifvorna kan i någon mån regleras med skrufven. De båda skifvorna stå genom två skrufvar vid A i ledande förening med induktionsrullens sekundära trådspiral och utgöra på sätt och vis dennas afslutning. När man afbryter den primära ledningen till induktionsrullen, gifver det sig i telefonen tillkänna genom ett starkare eller svagare ljud, hvilket tydligt kan höras,

om man håller apparaten nära örat. Gror man bruk af Helmholtz' strömbrytare, så att den primära strömmen ständigt slutes och afbrytes medelst en stämgaffels vibrationer, kan man med telefonen iakttaga stämgaffelns ton. Användes en vanlig transmitter, kan man med Dolbears telefon som receptor återgifva hvilka ljud som helst.

Apparatens verkan kan förklaras på följande sätt: Den elektromotoriska kraft, som i den sekundära ledningen i induk-tionsapparaten är verksam, åstadkommer en laddning af oliknämnig elektricitet hos de båda skifvorna C och D. Till följd häraf drages den förstnämnda af dem mot den andra orörliga skifvan, men går tillbaka genom sin elasticitet. Att sålunda vibrationer kunna alstras i skifvan C, motsvarande de, som ega rum i afsändningsapparaten, är lätt att inse. Man finner äfven, att det icke är oundgängligt nödvändigt att båda skifvorna förenas med induktionsrullen, utan att om endast den ena skifvan laddas, i alla fall den fria skifvan kan sättas i rörelse, emedan den laddade skifvans elektricitet fördelar elektriciteten hos den andra skifvan, hvilken då lämpligast bör sättas i ledande förbindelse med jorden.

Herz' telefonsystem. I Frankrike har man för några år sedan anställt försök med ett af Cornelius Herz *) härrörande telefonsystem med kondensatorer, företrädesvis afsedt för telefo-nering på betydande afstånd. De svårigheter, man då har att öfvervinna, bero väsentligen på de genom induktionsströmmar samt elektriska jord- eller atmosferiska strömmar uppkommande verkningar, hvilka äro så mycket mera störande, ju mindre amplituden är hos de begagnade undulationsströmmarne. Herz bar därför sökt dels att förstora dessa amplituder, utan att den talandes röst behöfver höjas, och dels förhindra de främmande strömmarne att framgå genom telefonledningen. Han vinner det förstnämnda syftet såväl genom att begagna deriva-tionsmetoden för strömmen till mikrofonen, som genom att denna får flera kontakter, ehuru med föga motstånd, och slutligen genom induktionsströmmar af längre varaktighet. För att hindra främmande strömmars inverkan begagnas samma medel som vid underhafskablar, nämligen införandet i ledningen af en kondensator eller ock af en "diffuseur", anordnad ungefär som åskledaren vid telegrafer med spetsar eller kammar.

Mikrofonen, hvilken tjänar såsom afsändningsapparat, har gifvits olika anordningar. Yid en sådan finnas tolf kontakter,

*) Denne Herz, hvars namn blifvit så sorgligt ryktbart genom Panamaskandalen, är icke att förblanda med den berömde tyske fysikern Hertz (se sid. 11).

bildade af skifvor utaf kol eller pyrolusit, hvarpå hvila spetsar af samma ämne, uppburna af en hafstång, hvars tryckning regleras genom en fjäder. Skifvorna äro fösta på ett vibrerande membran. Strömmen från hvartdera af de tolf elementen i batteriet går genom motsvarande kontakt, men på så sätt, att för densamma två vägar finnas öppna, den ena genom mikrofonen, den andra genom linien. Denna derivationsledning användes såväl för att förminska det motstånd, de tolf kontakterna utöfva, som ock för att föröka de relativa vexlingarna i apparatens motstånd.

Gibboney-Thomsons telefonsystem. Äfven här begagnas kondensator i ändamål att delvis ersätta indaktionsrullen under samtalet. Eör öfrigt utmärker sig detta system genom att icke någon galvanisk stapel begagnas för mikrofonen och att de magneto-elektriska maskinerna hos abonnenterna ersättas med en vid telefonföreningens centralstation anbragt vexelström-maskin. Denna har sådan period, att de strömmar därifrån, hvilka genomgå handtelefonen, icke kunna alstra något hörbart ljud. Samtliga telefonlinierna äro strömförande, så länge icke hörtelefonen är upplyftad, men när detta sker, afbrytes för ett ögonblick ledningen, och samma ström, förstärkt med «n särskild apparat, tjänar tillika för att från centralstationen bringa i verksamhet ringverket i den mottagande apparaten. Likaså vid samtalets slut, när hörtelefonen åter Upphänges. Yexelströmmarne transformeras med en induktionsapparat till lägre spänning, innan de genomgå mikrofonen, och de sammansatta undulationerna, hvilkas beskaffenhet af fig. 413 antydas,

FIG. 413.

gå genom linien till mottagande stationen. Y id denna kommer kondensatorn till verkan, i det att densamma, hvars kapacitet är rjnga, icke märkbart inverkar på vexelströmmarne från maskinen, under det att den utgör en brygga för de strömmar, hvilka öfverföra ljudet utan att genomgå receptorns induktions-apparat. Härigenom försvagas Själfinduktionen.

365. Telefonsystem för korta ledningar. - Där

det är fråga om anordnande af telefonering på korta afstånd, t. ex. inom en bygbnad, kan man göra bruk af ganska enkla inrättningar. Vi skola anföra ett par exempel härpå.

Tryckknapptelefoner. Barbier i Paris har konstruerat helt små hörtelefoner, hvilka äro afsedda för telefonering från ett rum till ett annat i samma byggnad. De hafva form af en tryckknapp till en elektrisk ringledning, och de kunna äfven begagnas tillsammans med eller anbringas å en redan befintlig sådan ledning, hvars trådar, ringverk och indikatorer äfven kunna har användas. Tryckknapptelefonen utgöres af en svarfvad och fernissad trädosa, å hvars midt finnes en elfenbens-knapp, mot ^hvilken man trycker för att gifva signal. I trädosan innehållas de särskilda delarna till telefonen, nämligen utom kontaktet för signalinrättningen, en magnet, en spiral af fin tråd och dess kärna af mjukt järn. Membranet, såsom vanligt ett tunt järnbleck, bildar jämte ljudtratten apparatens bortre sida. Apparaten är med fyra fjädrar fastsatt vid en äfven metallisk sockel, från hvilken den lätt kan lösgöras. Då apparaten är (ästad, stöder den sig genom ett litet stycke af härdad kautschuk på en fjäder, som trycker telefonen ur ledningen. När den lösgöres, kommer genom samma fjäder telefonen i förbindelse med ledningen. Fig. 414 visar en af de former denna telefon gifves.

Vid det ställe, t. ex i köket, där ringverket och indikatorn, om sådan finnes för angifvande af den apparat, från hvilken signaleras, äro uppställda, bör jämväl en telefon anbringas, men utan knapp, emedan därifrån signaler icke behöfva sändas. Vill man likväl kunna därifrån gifva signaler i olika riktningar, behöfver man icke anbringa ring verk och stapel i hvarje rum^ utan kan man i stället medelst en induktions-rulle frambringa signaler, ty härigenom uppstår ett ljud, tillräckligt starkt för att fästa uppmärksamheten. Fig. 415 visar till venster telefonapparaten och till höger huru signaleringsapparaten är beskafiad, när man gör bruk af induktionsrulle. Telefonapparaten innehåller, på sätt fig. 415 antyder, såväl hörtelefon som mikrofon. Men vid denna anordning

böra samtliga telefonerna innehållas i ledningen, och för att hindra, stapeln att försvagas, gör man bruk af fyra små voltametrar eller accumulatorer, hvilka anbringas mellan telefonen och tryck-knapparne och som hålla den galvaniska strömmen i jämvigt, utan att hindra telefon- och induktionssignalströmmarne. Dessa

FIG. 414.TELEFONSYSTEM FÖR KORTA LEDNINGAR.

accumulatorer äro små ebonitrör, fyllda med en fuktig alkalisk deg med två järnelektroder, och polariseras redan efter en

FIG. 415.

bråkdel af en sekund, hvarefter de fullständigt hindra den galvaniska strömmens genomgång.

Stockholms Bett-bolags rumstelefonsystem utmärker sig genom enkelhet och särdeles ändamålsenlighet och har hos oss redan vunnit ganska vidsträckt tillämpning. Fig. 416 visar ett schema för ledningens anordning och fig. 417 visar en del af den af direktör A. Hultman konstruerade kolpulvermikro-

FIG. 416.

fonen, som vid detta system begagnas. I fig. 416 betecknar TT den förenade telefonen och mikrofonen, hvilka båda appa-

rater hafva form af dosor med 6 cm. diameter och som medelst fjädrar sammanhållas; JB, S äro batterierna, hvardera

bestående af två Leclanchés element, H9 H ringverken, J> den dubbla ledningen, a, a, 6, b-polskrufvarne, som förbinda dennas ändar med telefonapparaterna, samt s, s ledningssnörena mellan mikrofonen och telefonen. Yid c, c äro knappar till kontakter, genom hvilka ringapparaterna sättas i verksamhet, när signal skall gifvas. I stället for den ena delen af L kan man begagna från &, & gående jordledningar. Man kan äfven i ett ledningsnät införa flera apparater, hvilka då sättas

i förbindelse med en indikator i likhet med hvad som nyss anförts i fråga om tryckknapptelefonen.

Hörtelefonen liknar Gowers (se fig. 391, sid. 688), ehuru den är långt mindre. Mikrofonen är så anordnad, att nya kontakter kunna uppstå och kolpulvrets sammanpackning hindras. Afbildningen fig. 417 visar den del af mikrofonen, där kontakten uppstå. Ett kolstycke i form af två låga cylindrar öfver hvarandra har vid den större plana ytan en beklädnad af filt, som är fäst vid kolstyckets omkrets och är försedd med ett antal hål, uti hvilka kolpulvret lägges. Däröfver kommer ett membran af kol. Mikrofonen är fastskrufvad vid en vägg i det läge fig. 416 antyder. När apparaten icke begagnas, är hörtelefonen inskjuten i den nysilfverring, som omsluter mikrofonen, men uttages vid användandet.

366. Åskledare, ringverk m. fl. detaljer Tid telefonanläggnlllgar. - Utom hörtelefonen och mikrofonen är det flera andra apparater, hvilka erfordras vid en telefon-anläggning, för att denna skall blifva fullständig. Vi skola nu taga dessa i betraktande.

Åskledare. Vid telefonen likasom vid den elektriska telegrafen utöfvar den atmosferiska elektriciteten ett icke ringa inflytande. Man begagnar därför ock ofta vid telefonapparater en åskledare, liknande den som vid telegrafer allmänt användes. Den grundar sig därpå, att den atmosferiska elektriciteten har hög tension och därför lättare kan öfvergå mellan spetsar på något afstånd från hvarandra, än genom en fin trådledning, hvaremot de strömmar, som i telefonen och mikrofonen komma.

FIG. 417.

till verksamhet, icke kunna öfvergå mellan spetsarna, utan i stället genomlöpa trådledningen. Åskledaren kan utgöras af ett par metallskifvor, försedda med taggar eller spetsar på den ena långsidan. Dessa sidor vändas mot

hvarandra, så att de komma på något afstånd. Den ena står i ledande förbindelse med linien, den andra med jorden. När en ström med hög tension går genom linien, kan den på detta sätt urladdas genom jorden, utan att skada telefonapparatan. Om man har dubbel ledning, hvilken således icke är förenad med jorden, använder man tre metallskifvor, nämligen en större, som står i förbindelse med jorden, och två mindre, hvardera förenad med motsvarande linie (se schemat fig. 411, sid. 712). Åskledaren anbringas på telefonapparatens stativ (se fig. 410, sid. 712).

Under åskväder är det säkrast att icke begagna telefonapparaten. För att skydda denna mot atmosferiska elektriciteter, kan man då insätta en metallpropp i ett hål, som bildas af utskärningar i åskledarens alla tre metallskifvor. Hela apparaten är då förenad med jorden. Detta kan man äfven göra, när man icke vill mottaga telefonsignal.

Signalapparater. Por att fästa uppmärksamheten hos den person, med hvilken man önskar tala, användes antingen ringverk eller någon annan apparat, hvarmed ett tillräckligt starkt ljud kan åstadkommas. Vid Siemens & Halskes telefonapparater (§ 352) begagnar man ett koniskt rör af ebonit, hvilket ställes på telefonens mynning och innehåller en tunga af mässing, som vibrerar, när man blåser i röret. Härigenom alstras ett starkt ljud, hvilket fortplantas genom det underställda membranet, och de inducerade strömmar, som härigenom uppstå, fortgå genom ledningen och bringa å den andra telefonen den därpå stående signalapparaten i verksamhet, så att ljudet, om ock betydligt försvagadt, därstädes återgifwes. - Vid en nyare anordning för signalapparater till samma telefon sätter man i stället membranet i vibrationer med en liten järncylinder, hvilken är anbragt såsom ett ankare mellan hästskomagnetens poler. Cylindern är i två delar med segmentformig tvärskärning, åtskilda genom ett mässingsstycke, och den sättes i en hastig rotation medelst en liten handvef och kugghjulsutvexling. Ljudet förstärkes genom att en liten kula, som med en tråd fasthålles på det vibrerande membranet, lägges öfver detta. Ankaret gifves genom en fjäder ett neutralt läge under samtalet, så att icke den magnetiska verkan på membranet försvagas.

Men det är långt vanligare att vid telefonapparater göra bruk af elektriska ringverk. Ett sådant utgöres vanligen af två klockor bredvid hvarandra med en kläpp mellan dem. Kläppen föres af ett oscillerande ankare, hvilket är anbragt720

FIG. 418.

öfver två parallela polariserade elektromagneter med liknämniga poler åt samma håll. Ankaret, som jämväl är polariseradt, har äfven liknämniga poler vid ändarne, i följd hvaraf det repelleras vid båda. Dess rörelseaxel ar vid dess midt. När en ström genomgår elektr om agne temas trådlindning, kommer magnetismen å ena sidan att förstärkas och å den andra att försvagas, och då strömmen har vexlande riktning, uppstår härigenom ankarets oscillerande rörelse och kläppen slår mot den ena och den andra klockan. - Strömmen alstras vanligen medelst den i § 124 beskrifna magneto-elektriska induktionsapparater Denna är försedd med en förbistängningsinrättning, hvilken anordnas så, att induktorlindningen kortslutes när vefven är stillastående, men genom centrifugalkraften införes trådlindningen i ledningen, när vefven sättes i verksamhet.

Automatisk svar signalinrättning. Vid en sådan af Pendleton i New-Tork uppfunnen apparat finnes en mekanism, genom hvilken den telefonerande underrättas om abonnentens frånvaro samt om den timme han återvänder. En liknande mekanism kan användas vid flere olika telefonsystem. Fig. 418 visar den anbragt vid Bell-Blake-apparaten. Den öfre lådan i denna innehåller utom ringverket ett litet urverk, vid hvars hufvudaxel en visare är fastsatt. Såsom vanligt kommer den ström, hvilken från stationen sätter ringverket i rörelse, att föranleda ett ankares attraktion af en elektromagnet, men här kommer tillika urverket att frigöras. Detta beskrifver ett helt hvarf innan det ånyo hämmas. På axeln är anbragt ett tandadt hjul, mot hvilket en fjäder trycker, så att ett kontakt uppstår för hvarje gång beröring med en tand eger rum. När axeln vrider sig omkring, sluter och öppnar fjädern den galvaniska stapelns ledning. Härigenom induceras strömmar i linien, och den signalerande kan i sin hörtelefon iakttaga ett så stort antal signaler, som det tal på hvilket visaren å den anropade telefonapparaten angifver. Om t. ex. den

abonnent som anropas har ställt visaren på 3, höras tre signaler. Skifvan, på hvilken visaren är anbragt, är nämligen anordnad så, att ett föränderligt antal kontakter erhålles allt efter visarens läge. Apparaten kan lämna mer än hundrade

automatiska svar, innan verket ånyo behöfver uppdragas. - Till venster om visaren finnes en knapp, med hvars tillhjälp man inställer apparaten antingen såsom en vanlig telefon eller så att den afgifver automatiskt svar. I senare fall skjutes knappen till höger, hvarjämte visaren inställes på den bestämda siffran.

367. Vexelapparater. - Om en abonnent i ett telefonnät önskar telefonförbindelse till två af sina lokaler med särskildt afseende å lättheten att kunna korrespondera mellan dem, begagnas s. k. anknytningsvexel, hvilken uppsattes invid den stationen närmast varande telefonapparaten. Denna vexel innehåller ett ringverk, hvars klocka angifver när inkoppling eller af koppling skall ega rum samt en vef, som anbringas i olika ställningar och därigenom åstadkommer de härför behöfliga förbindelserna mellan de särskilda ledningarna. Men denna anordning är påtagligen icke lämplig for det fall, att man vill förena flera särskilda abonnenters apparater på en ledning, med andra ord, om man vill från stationen lÖra en enda ledning till flere abonnenter. Detta är likväl ett problem, som for telefoniens spridning i vidsträckta kretsar är af stor betydelse, dels genom att kostnaden förminskas, dels genom att i en stads telefonnät de stora svårigheter, som de många liniernas anbringande föranleder, väsentligen förminskas genom Vexelapparater användande. I Stockholm hafva sådana automatiska apparater såväl af Allmänna telefonbolaget som af Eellbolaget blifvit införda. Af det förra användas inom staden två slag af dem, nämligen det ena för högst fem och det andra för två linier, af det senare apparater af sistnämnda slag, ehuru till konstruktion väsentligen olika det Allmänna telefonbolagets apparater. Vi skola till en början beskrifva den äldsta af dem, nämligen den af H. T. Cedergren och L. M. Ericsson uppfunna fem liniers automatiska vexelapparaten. *) Denna betjänar högst fem särskilda telefonapparater, som äro tämligen i närheten af hvarandra, ehuru vanligen i skilda hus. Vexelapparaten är genom en linie förenad med stationen och genom fem oftast korta linier med de särskilda telefonapparater, som den skall betjäna. Fig. 419 visar den sedd framifrån och fig. 420 lämnar en schematisk framställning af ledningarnas anordning. Den från centralstationen kommande linien L inkopplas vid den på samma sätt betecknade längst till venster

*) De uppgifter, som ligga till grund för denna beskrifning jämte åtskilliga andra sådana, hvilka beröra Allmänna telefonbolaget, äro till första upplagan af detta arbete benäget meddelade från detta bolag genom dess verkställande direktör, ingeniör H. T. Cedergren samt dess dåvarande ingeniör, Knut Ericsson.

FIG. 419.

varande klämskrufven vid apparatens öfre del. Af de öfriga klämskrufvarne är den längst till höger med J betecknade förenad med jordledningen samt l, 2, 3, 4 och 5 med linierna till de särskilda telefonapparaterna. Eran L fortsätter ledningen först till trådlindningen kring den något nedom apparatens midt sittande galvanometernålen Gr och vidare genom kontakterna Kv K till visaren V, hvarest strömfördelning sker till de fem vid visarens spets befintliga kontakterna (fig. 420). Om vi taga i betraktande mekanismen och ledningen tillhörande telefonapparaten J, passerar strömmen elektro-magnetlindningen m, som har ett motstånd af c:a 2000 ohm, vidare fjädern J, kon-taktet k och vinkelhäfstången D, hvarifrån den ledes till kontaktet l på visaretaflan och ut från vexelapparaten genom den tillkopplade telefonapparaten I till jorden. På samma sätt delar sig strömmen genom alla fem telefonapparaterna med tillhjälp af de dem motsvarande fem mekanismer och ledningar, som äro anbragta i vexel-apparatens nedre del, och af hvilka de till I och II hörande äro antydda å fig. 420. När strömmen genomgår vexelapparaten vrider den, ehuru icke ögonblickligt, galvanometernålen 6r, hvars massa är jämförelsevis stor, och härvid förenas kontaktet t med jordledningen till J, i följd hvaraf strömmen åter grenar sig, men på så sätt, att större delen däraf går genom elektromagneten M, som har minsta motståndet, och då dess

ankare attraheras, af bry tes kontaktet K, hvarefter hela strömmen går genom M. Denna elektromagnets ankare attraheras då fullständigt, och därvid framföres af en mekanism, liknande den i Wheatstones visaretelegraf, visaren V ett steg för hvarje strömimpuls. Dessa för Vexelapparater inställning till den önskade telefonapparaten afsedda strömmar utsändas vid stationen från ett batteri af 40 till 60 element allt efter afståndet mellan fitationen och vexelapparaten. Telefonisten kan sålunda från stationen genom att utsända en, två till fem strömmar efter hvarandra vrida visaren V så, att kontakt eger rum vid l, 2... 5. Den första strömmen bör räcka jämförelsevis länge, så att nålen 6r må hinna intaga sitt nya läge, men däremot de följande erhålla blott kort varaktighet. Då visaren framflyttats exempelvis till l och nålen G samt elektromagneten M:s ankare intagit sina ur-

sprungliga lägen, går ledningen från stationen genom galvano-meterlindningen, kontakterna KI och K, visaren F samt kontaktet l till telefonapparaten J och jorden, hvaremot de öfriga telefonapparaternas ledningar äro afbrutna. När seder-

FlG. 420.

mera induktionsströmmar af vexlande riktning genomgå vexel-apparaten vid ringning, åstadkomma de visserligen en liten dallring, men ingen afvikning hos nålen 6r, och ännu mindre är detta händelsen med de ytterst svaga induktionsströmmar, som förmedla samtalet. Mr detta slutat, måste telefonisten

från stationen åter bringa vexelapparaten i sitt utgångsläge, eller som det benämnes "på noll". Detta sker genom att utsända från batteriet en ström i motsatt riktning mot den förstnämnda, med hvilken inställningen skett. Därvid vrider sig nålen Gr åt motsatt håll mot förut och kontaktet tl erhåller jordledning, hvarvid strömmen först delvis genomgår elektro-magneten Ml; men, sedan dennas ankare af brutit kontaktet Slt helt och hållet nämnda elektromagnet. Dennas ankare upplyfter då haken, som framfört visaren V, hvilken genom en spiralfjäder drages tillbaka och återställer kontakterna vid sin spets. Sedan K1 och G återtagit sina förra lägen, är vexelapparaten i ordning för ny inkoppling. - Om sådan skulle. påfordras från någon af de till vexelapparaten hörande telefonapparaterna, inkopplas denna på hufvudlinien genom själfva signalströmmen, hvarjämte ledningarna till de andra telefonapparaterna afbrytas. Om t. ex. I signalerar, går dess ström genom l, häfstången D, kontaktet &, fjädern /, elektro-magneten m, kontaktet vid visarens spets och sedermera genom K och Kl till hufvudlinien och stationen. Det till m hörande polariserade ankaret kommer härvid i det läge som i II antydes, så att häfstången D frigöres vid a, drages af spiralfjädern förbi skifvan b och bringar vinkel häfstången E i sådant läge, att dess skruf e nedtrycker fjädern /*, så att kontaktet k af bry tes. Men samma axel C. uppbär alla de fem liniernas häfstänger J?, så att vid alla kontakterna samtidigt afbrott eger rum och således äfven å ledningarna till de öfriga fyra apparaterna i vexeln. Men då häfstängerna D till dem äro orörda, är det endast på den signalerande linien som kontaktet mellan f^ och s är slutet. Elektromagneten m med dess stora motstånd blifver härvid utestängd, så att strömmarne gå genom s till visaren och hufvudlinien L. Efter samtalets slut utsändes från stationen en ström, i följd hvaraf ankaret hos elektro-magneten M± attraheras och drager stången R uppåt. Samtliga häfstängerna E återgå i det läge de egde, och hela vexelapparaten för öfrigt återkommer i sitt ursprungliga tillstånd. - Slutligen, om man vill samtala mellan två vexelsystemet tillhörande telefonapparater, sker inkopplingen jämväl från stationen. Om t. ex. II vill tala med J, framflyttas visaren V till l och strömmen från apparaten II går såsom förut är visadt till F, där grening sker, så att en del går öfver l till apparaten I och den andra delen genom K till stationen. Vid afringningssignal inställes på noll såsom förut beskrifvits.

Af ganska stor praktisk vikt äro jämväl de automatiska två liniers vexlarne, d. v. s. Vexelapparater, från hvilka en linie går till stationen och två vanligen korta linier till de två telefonapparater, som vexeln är afsedd att betjäna. I Sverige

användas två olika konstruktioner af dera, den ena af Bell-bolaget i Stockholm och härrörande af*) H. Bratt och K. Wallin; den andra af H. T. Cedergren och L. M. Ericsson begagnas af Allmänna telefonbolaget. Sistnämnda vexelapparat visas af fig. 421 och dess ledningsschema af fig. 422. Här beteckna L ledningen till stationen, J

jordledningen samt I och II ledningarna till de båda motsvarande telefonapparaterna. Schemat framställer apparaten i hviloläget och så att vid på-ringning apparaten I inkopplas och ledningen till II af brytes. Induktionsströminarne, som framkalla ringningen, inkomma genom L, gå vidare genom lindningen till galvanometernålen 6f, som likväl ej gör utslag för dessa strömmar med vexlande riktning, vidare genom elektromagneten CClr häfstången D, kontaktet a, elektromagneten E och genom T till telefonapparaten I. Det till E hörande polariserade ankaret oacillerar, stycket F släpper korset J?, hvars öfre del genom en spiralfjäder drages till venster, så att kontaktet c slutes, hvaremot d afbrytes vid höjningen af

fjädern £. Genom c går strömmen förbi -É7, så att lednings-motståndet minskas. Därjämte afbrytes ledningen till telefonapparaten II i följd af afbrottet vid kontaktet d. På samma sätt eger rum då I ringer till stationen. - När däremot från II inkoppling skall ske med stationen, utsändes från denna en galvanisk ström, hvilken vrider magnetnålen G i ett vertikalplan så att en därvid fäst öfre del N vrides åt höger. Samma ström går genom CC19 hvars ankare attraheras och vrider häfstången A, så att nålen 6? får fritt röra sig. N vrider gaffeln K åt höger så att D höjes och kontaktet e slutes, hvaremot d och a afbrytas. Telefonapparaten I har ledningen afbruten vid a och vexelapparatens jordledning vid d. Strömmen går då genom R och U till II. Gifver sistnämnda telefonapparat vid vexelns utgångsläge en signal, gå strömmarne genom [7, R, d, elektromagneten P samt jordledningen. Härvid attraheras ankaret till P, och D vrides, kontakterna a och d afbrytas, hvaremot e slutes, så att ledningen blifver densamma som nyss visades då från stationen sändes en galvanisk ström. Efter samtalets slut bringas vexelapparaten i sitt ursprungliga läge genom en galvanisk ström, motsatt den förstnämnda. N vrides då åt venster, och H, i

*) Se Kongl. Patentbyråns beskrifning, N:o 286.

FIG. 421.726

fall I talat, eller K med D, om II talat, föras i sina förra lägen, hvarvid H ånyo bindes af jP, och D ställes så, att dess spets kommer på undre half kretsen af den lilla på en fjäder sittande trissan /S, hvarmed D stadigt hålles i det ena eller andra läget. - Skall I tala med II i samma vexel, ned try ekes häfstången T, då ledningen mellan båda apparaterna slutes genom T och U. Önskar åter II tala med I, måste från II

FlO. 422.

meddelande därom göras till stationen, som underrättar I att tangenten bör nedtryckas. När detta egt rum, slutes jämväl kontaktet mellan v och vlt så att en ström från stationen kan passera V och CC^

Af öfriga Vexelapparater vilja vi äfven nämna den af Thor in konstruerade 10 liniers-vexeln, som af Bellbolaget i Stockholm blifvit använd vid några landsortsledningar.

368. Centralstationer. - De särskilda från telefonapparaterna i telefonnätet gående linierna sammanlöpa i stationer, där hopkoppling af dem eger rum, när en abonnent skall tala med en annan. Man kan på två väsentligt olika sätt inrätta dessa stationer. Yid den äldre anordningen gör man bruk af vexelbord, som hvartdera betjänar en särskild grupp abonnenter, hvilkas ledningar ingå till borden, och dessa sättas sedermera i samband med hvarandra. Däremot har man vid den nyare anordningen s. k. multipelbord, vid hvilka samtliga ledningarna, stundom till ett antal af flera tusende, genomlöpa hvarje bord, så att telefonisten därstädes ensam kan tillvägabringja den begärda föreningen mellan linierna, ehuru äfven här blott en del af dessa direkt ingår till samma bord. Vi kunna här blott i största korthet redogöra för dessa komplicerade och i hög grad sinnrika apparater.

FIG. 423.

För att förtydliga det förra slagets eller för vissa grupper af abonnenter afsedda vexelbordens inrättning, hvilken for öfrigt är mycket olika vid olika stationer, skola vi beskrifva ett bord, sådant det förr användes af Allmänna telefonbolaget i Stockholm. En vertikal skifva, stående på den horisontala bordskifvan, har upptill 50 indikatorer för abonnentnumrens angifvande. Fig. 423 visar dessas anordning.

Indikatorn har en rulle M, hvaröfver ligger det kring en egg rörliga ankaret A. Eggen utgör magnetkärnans ena pol, och den andra polen p^ attraherar A, som själf blifver magnetisk. Därvid släpper haken, som utgör ankarets främre del, klaffen &, hvilken faller, så att det bakom varande numret blifver synligt. Nedanför indikatorerna finnas 50 hylsor, hvilka motsvara hvar sin linie. Till hvar och en af dem hör en däröfver anbragt klaff, vid hvars intryckande linien sättes i förbindelse med telefonistens mikrofon, som är fäst öfver728

424' indikatorerna, och hör-

telefonen till venster å bordet. Vid motsatta sidan af detta finnes jämväl en låda, som innehåller ringverket. När vefven till induktorn kringvrides, gå de inducerade strömmarne genom den linie, hvars knapp är intryckt. - På bordskifvan befinna sig 6 par proppar, stälda i midten rätt ut från bakstycket. Hvarje par är förenadt med ledande snören, som sluta med hvar sin långa spiralfjäder, så att det är möjligt upplyfta proppen och insätta den i hvilken som helst af hylsorna. Midt framför denna rad närmast telefonisten finnes en expeditionspropp, genom hvars införande i hylsan samma förening med mikrofonen och öfriga apparater åstadkommes, som när en knapp intryckes. Bordskifvan upptages för öfrigt af 24 rutor, i hvar och en af hvilka finnes plats for fyra proppar. Dessa äro genom kablar, hvilka gå under golfvet, förenade med motsvarande kablar å andra bord, så att t. ex. 3:dje bordet har sin l:sta ruta i samband med lista bordet, där de motsvarande propparne sitta i 3:dje rutan o. s. v. Härigenom blifver det möjligt att förena de särskilda bordens linier sinsemellan. Expeditionen sker på det sätt, att när en abonnent ringer och i följd däraf motsvarande indikatorklaff faller, intrycker telefonisten dit hörande hylsa samt frågar abonnenten med hvilket nummer han önskar komma i förbindelse. Om detta nummerCENTRALSTATIONER. 729

är ett af de femtio, som tillhöra det egna bordet, förbindes ett af de i skifvans midtrad stående paret proppar å ena sidan med nämnda abonnents och å andra sidan med den efterfrågade abonnentens hylsa. Tillhör däremot det begärda numret ett annat bord, införes den första lediga af de fyra proppar, som stå i förbindelse med detta bord i den anropade abonnentens hylsa, hvarjämte telefonisten vid samma bord tilUäges att åstadkomma den begärda föreningen. Hopkopplingen sker då af sistnämnda telefonist genom att insätta den propp, som tillhör kabeln mellan båda borden, i den hylsa som motsvarar det begärda numret, hvarefter "klart" ropas. Vid påringningen falla klaffarne på båda borden, och så sker jämväl vid afring-ningen. När den sistnämnda signalen gifves, göres af koppling å båda borden.

Fig. 424 visar utseendet af ett vexelbord för dubbelledningar från L. M. Ericsson & O.is verkstad. Det utföres i olika storlek för 20 till 160 linier.

För smärre stationer äro dylika vexelbord ändamålsenliga, inen det är uppenbart, att vid större stationer, där linier från 800 3, 1,000 abonnenter sammanlöpa, de af flera orsaker icke blifva fullt lämpliga. Genom de muntliga meddelanden, som för expeditionen måste ega rum mellan telefonisterna vid de många borden, blifver tjänstgöringen mycket tröttande och enerverande. Telefonisterna måste vänta på hvarandra: under det att en af dem begär ett nummer af en annan, inträffar det ofta, att denna är sysselsatt med att af en tredje telefonist begära ett nummer, och den första far vänta tills denna koppling blifvit gjord, hvilket är så mycket olägligare som under tiden vanligen andra abonnenter signalera. En annan betydande olägenhet vid dessa bord är den, att afkopplingen efter slutet af ett samtal möjligen kan försiggå vid blott det ena men icke vid det andra af de båda bord, som varit förenade. Detta fel inträffar, om abonnenten ringer svagt, så att blott den ena liniens klaff faller. Den andra linien står då afbruten, och dess abonnent kan ej vid signalering göra sig uppmärksammad å stationen. Härtill kommer att man i ett större telefonnät måste göra bruk af flera stationer, förenade med särskilda ledningar, så att hvardera af dem betjänar en viss del af nätet och samverka ungefär på samma sätt som vexel-borden sinsemellan, hvilket medför såväl dröjsmål som större kostnad för expeditionen.

Den i Amerika gjorda uppfinningen af multipel-vexelborden, där dessa olägenheter äro förebygda, är därför af stor betydeke för telefonien och är ett väsentligt bidrag till dennas utveckling. Vid båda de i Stockholm varande telefonbolagen samt vid Rikstelefonens station därstädes äfvensom vid åtskilliga730

andra större stationer i vårt land, äro sådana bord nu mera i bruk. Principen för multipel-vexelborden är den, att hvarje linie genomgår samtliga borden, så att telefonisten vid ett sådant bord själf kan utföra kopplingen till hvilken som helst till stationen ingående linie. Fig. 425 visar ett schema för denna anordning. Den utifrån kommande linien L ingår i första bordet till "springjackens" fjäder f19 som ligger an mot stiftet slt hvilket återigen är genom en ledning förenadt med motsvarande jack i nästa bord. På samma vis är hit hörande fjäder /2 genom stiftet S2 och en ledning förenad med det därpå följande bordets jack o. s. v. Samtliga borden äro på detta sätt förenade med hvar och en linie särskildt, hvarjämte linien slutar med en indikator /, anordnad på sätt nyss visades

FIG. 425.

vid de äldre borden, samt med jordledningen J. Linien L är således tillgänglig från hvilket bord som hälst. Om t. ex. det tredje bordet skall inkopplas till denna linie, införes i hylsan &3 en propp, som lyfter /3 från stiftet s3, hvarvid kontaktet af brytes därstädes och ledningen i stället går genom den i Jc3 insatta proppen. Sålunda kan från hvilket bord som hälst propparne förenas med samma linie, och det vore att befara, att två eller flera samtidigt gjorde detta. Men detta före-kommes därigenom, att vid proppens insättning höres af telefonisten ett svagt ljud, likasom en knäpp i telefonen, om linien förut är upptagen*). Alla hylsorna Jclt Jc2, &3 ... äro genom en särskild ledning i förbindelse sins emellan. När koppling

*) Man har vid några anläggningar med multipelbord gjort bruk af relais och lokalbatteri för att erhålla en svag ringning i detta fall, men detta är ej behöfligt. -

Terkställes vid någon af dem, förenas medelst proppen hylsan med linien och därigenom med abonnentens apparat och jorden. Pä samma gång blifva jämväl de öfriga till linien hörande hylsorna i de andra borden förenade med jorden genom den ofvannämnda ledningen. Den ström, hvilken, enligt hvad vi nyss anfört, åstadkommer en knäpp i telefonen, om linien förut är upptagen, kan därför komma till jorden i sådant fall. Men om icke linien är vid något af borden upptagen, hafva hylsorna ingen jordledning och någon knäpp höres icke vid beröringen mellan hylsan och proppen, och i detta fall kan kopplingen omedelbart verkställas.

De i Stockholm af Allmänna telefonbolaget använda multipelborden äro utförda af L. M. Ericsson & C:o och äro hvartdera afsedda för 200 abonnenter, d. v. s. vid hvarje bord ingå så många linier till sina tillhörande indikatorer. Dock upptaga de bord, som äro särskildt afsedda för 5 liniers vexlar, blott 100 och de för 2 liniers vexlar 150 indikatorer, emedan expeditionen här är besvärligare. Indikatorerna hafva plats vid bordets nedre del mellan två horisontala skifvor, på hvilka stå de proppar, med hvilka man verkställer kopplingen. Hvardera proppen på öfre skifvan är genom ett ledande snöre förenad med en motsvarande propp på undre skifvan. Under indikatorerna men öfver den undre skifvan finnas propphål, som motsvara klaffarne. Nära den öfre skifvan och ofvanom henne äro anbragta ett med snörenas lika antal indikatorer, hvilka hafva till uppgift, att sedan kopplingen blifvit verkställd och således ledningen till liniernas egna indikatorer afbrutits, angifva när samtalet afslutats och afkoppling får verkställas. Öfver dessa indikatorer med sina klaffar kommer ett stort fält med springjackar, hvilka hvardera motsvara en af linierna, som ingå till stationen. Fältet är indeladt i rutor, hvardera upptagande ett bestämdt hundratal jackar, och detta fält blifver tydligen lika beskaffadt å alla borden. Kopplingen sker på det sätt, att då en abonnents klaff fallit vid de undre indikatorerna, införes en af de på den undre skifvan stående prop-parne i det till samma indikator hörande strax öfver skifvan Tärande jackhål. Samtal kan nu ega rum, och inkopplingen till den begärda linien sker genom att införa den öfre proppen i dess hylsa uti det stora fältet. Yore linien upptagen å annat bord, hade den jordledning. I telefonen höres då, såsom ofvan är nämndt, en knäpp, hvilket tillkännagifver att linien är upptagen.

Nyligen ha multipel-vexelborden undergått en icke oväsentlig förändring för att göra dem användbara for dubbelledningar. - Vid Bikstelefonen har därjämte en annan betydande förändring vidtagits, nämligen tillämpning af enkelsnöresystemet.

Detta skiljer sig från det eljest vanliga dubbelsnöresystemet därigenom, att vid det förra användes för hvarje vexling endast en enda propp jämte tillhörande ledningssnöre, hvaremot vid de sistnämnda såsom vi sett för vexlingen två proppar samt två ledningssnören tagas i anspråk. Enkelsnöresystemet medgifver större hastighet vid expeditionen.

Vi akola närmare redogöra för de vid Eikstelefonens station i Stockholm använda, af dess ingeniörer konstruerade nya borden, hvartill fig. 426 lämnar ett ledningsschema.*) Ett sådant bord efter enkelsnöresystemet innehåller 200 proppar eller lika många som antalet dubbla ledningar, för hvilka det är afsedt. Prop-parne äro anbragta i fyra^ rader längs hela bordet, hvarvid hvarje bakre rad står något högre än den framför varande för att göra propparne lättare åtkomliga. I samma vertikalplan och ofvanför finnas klaffar och jackhål likasom vid de vanliga multipelborden. Enär jackarnes hål äro så små, att 100 jackhål ej upptaga mer än 55 x 225 qv. mm., skulle borden kunna upptaga ända till 10000 linier. Å afbildningen betecknar L^Ll:L den dubbla linien, J, J jackar n e, 0, O, O omkastare, hvarifrån strömmen, i det läge som angifves, går till proppens hylsa och hufvud P1 och P11? K en signal- och slutklaff mellan liniens båda grenar samt A en omkastare, medelst hvilken expeditionssystemet kan förändras allt efter som en, två eller tre personer erfordras för expeditionen vid ett bord. Omkastaren A har för den skull tre h vilolägen, vid hvilka samtliga till bordet ingående linier grupperas till tre expeditionssystem /, //, III. I dessa finnas nycklar N, N^ för utsändande af batteriström från batteriet B i olika riktningar, tryckknappar E, El för magnetoinduktions-signalströmmar, mikrofon M och hörtelefon T sarnt tangenter s, sl för afbrott. Alla dessa manipulationsinrättningar finnas parvis, så att uppringning, strömutsändning eller samtal kan ega rum såväl till den anropande linien Ll Lll som den anropade genom Pl PH» När nyckeln N användes, föres handtaget Ji till höger eller venster, hvarvid häfstängerna c, c, som ega samma axel, vrida sig så, att kontakten vid i, i och därmed ledningen inåt af-brytes samtidigt med att strömmen utsändes vid slutning af kontakterna + och -. Dessa äro så inrättade, att strömriktningen i linien andras allt efter som handtaget föres till höger eller venster. Då ström utsändes för uppringning, nedtryckes knappen Rlt hvarvid fjädrarne /^, fl föras från de inre kontakterna, som leda inåt bordet, till de yttre, hvilka stå i för-

*) Vi stå i förbindelse härför, äfvensom for åtskilliga andra uppgifter rörande statens telefonanläggningar, hos generaldirektören E. Storckenfeldt samt t. f. Öfveringeniören E. Lönnqvist.CO

cc

fc o

.^

M H

fc

g

bindelse med en ständigt i verksamhet varande magnetinduktor, hvars ständigt vexlande strömmar gå ut på linien. Vid signaleringen utåt till anropande abonnent nedtryckes knappen E. I fall af någon anledning nämnda induktor ej vore i gång, inkopplas en för hela bordet gemensam handinduktor H genom nedtryckning af knappen Jc. Skall, efter det att sammankopplingen mellan två abonnenters linier är gjord, samtal ega rum endast genom den ena, nedtryckes endera af knapparne 5 eller s,, hvarvid motsvarande kontakt vid fjädrarna g eller gl brytes, sa att afbrott uppstår på ledningen åt andra hållet.

För de interurbana ledningarna finnas i Eikstelefonens station mindre vexelbord, hvilka hvartdera endast upptager 2 till 4 af dessa ledningar. I detta fall är nämligen en vidlyftig journalföring nödvändig, och dessa bord ha därför äfven skrifbordsform med en uppsats, hvari klaffar, jackhål m. m. äro anbragta. Genom särskilda ledningar stå dessa bord i samband med de lokala vexelborden, så att såväl den abonnent i lokalnätet, som vill beställa interurbant samtal, kan komma till dem, som äfven utifrån kommande beställningar å samtal kunna expedieras

till den lokala stationen och därifrån till den begärda abonnenten. Naturligtvis äro äfven dessa mindre bord försedda med mikrofon och hörtelefon äfvensom med knappar för signalering in till lokala stationen samt med vanlig Morsenyckel för anrop af stationer å de interurbana linierna.

Det bör slutligen nämnas, att vid den beskrifna stationen begagnas åskledare af kol, hvardera för 100 dubbellinier, där ledningarna stå i förbindelse med en kolskifva af 8 X 40 qv.-mm. yta, hvilken ligger på något afstånd från en långs hela åskledaren gående kolskifva, hvilken är förenad med jorden.

369. Luftledningar. - I de flesta fall har man vid telefonanläggningar gjort bruk af enkla ledningar inom städerna och äfven for kortare landsledningar. Återledningen sker då genom jorden. Numera har man dock allt mer börjat öfvergå till dubbla ledningar, och dessa äro, såsom vi något längre fram skola visa, nödvändiga, så snart telefoneringen skall försiggå på något ansenligare sträckor. I Stockholm har man till en början användt enkla luftledningar, men numera öfvergått till dels i gatorna anbragta kablar, dels dubbla luftledningar och dels luftkablar. Det ar endast härigenom möjligt att öfvervinna de störningar af olika slag, hvilka utöfva ett så oangenämt inflytande vid telefoneringen. Visserligen skulle man med en enda ledning, som vore särdeles väl isolerad, så att märkbar afledning icke egde rum, kunna telefonera på tämligen stort afstånd, i synnerhet om tråden är af koppar, men vanligen finnes det en knippa ledningar i hvarandras närhetLUFTLEDNINGAR. 735

och för öfrigt inverka i närheten varande telegraf ledningar; jordledningar från starkströmsanläggningar, särskildt elektriska järnvägar, utöfva äfven stundom inflytande. I så fall är det endast möjligt, att genom metallisk ledning och återledning uppnå tillräcklig trygghet för telefoneringen.

Vid de första stora telefonanläggningar, som i Sverige utfördes af Allmänna telefonbolaget, användes för de yttre ledningarna galvaniserad järntråd af 2 mm. diameter inom hufvudstaden samt 3 mm. för landsledningar. Men de stora trådknipporna i staden blefvo så tunga och vanprydande, att man sedermera ersatt dem med fosforbronstråd af l mm. diameter. För landsledningar begagnas dels galvaniserad järntråd af 3 å 4 mm. diameter, dels 2 mm. koppartråd och dels 2 mm. brons-tråd äfvensom bimetallisk tråd, nämligen ståltråd, som är beklädd med ett öfverdrag af koppar af 1,9 mm. diameter. Den bimetalliska tråden har man dock åter frångått.

Luftledningarna i städerna anbringas hos oss och äfven i andra Europas länder nästan alltid på stativ, fästen eller galgar å hustaken. Vid de nyare af Allmänna telefonbolaget utförda anläggningarna äro dessa stativ byggda af U-järn. Lands ledningarna äro lagda på isolatorer, hvilande på furustolpar, hvilkas nedre del impregnerats med kopparvitriol.

Bikstelefonens första vidsträckta interurbana ledningar äro utförda af nära ren koppartråd med 3 mm. diameter för de längre och 2,5 mm. för de kortare ledningarna. De nyare ledningarna äro af brons med 80 proc. ledningsförmåga och 50 kg. hållfasthet per qv.-mm., med en i förhållande till det ökade motståndet större tvärskärning. Telefontrådarne äro i allmänhet uppsatta på samma stolpar, som uppbära telegrafledningarna. För att hindra inflytande från andra ledningar anbringas, såsom vi skola något längre fram närmare förklara, de båda till samma dubbelledning hörande trådarna i spiral, så att de vrida sig ett helt hvarf om hvarandra på fyra i följd varande spännvidder mellan stolparne. De verkningar, som utifrån utöfvas på ena ledningen, upphäfves då af motsatta verkningar på den andra.

När två par dubbelledningar föras på samma stolpar, anbringas de på dessa vid hörnen af en qvadrat, så att de trådar, hvilka tillhöra samma strömkrets, komma vid de motsatta hörnen.

När telefonnätet i en stad innehåller enkla linier, kan det icke omedelbart sättas i förbindelse med den dubbla långa telefonlinjen. Man kan dock undvika denna svårighet genom en af Bennett i England år 1881 angifven metod, som sedermera på olika sätt tillämpats i flera länder. Fig. 427 antyder schematiskt densamma. Vid båda ändarne slutar den långa736

dubbellinien med induktionsrullar, hvilkas sekundära lindningar sättas i förbindelse dels med jorden och dels med de enkla linier, som för tillfället skola komma i telefoniskt samband

FIG. 427.

sinsemellan. I Sverige äro dylika af C. A. Nyström konstruerade anordningar först begagnade vid Telegrafverkets telefonnät i Skåne.

För ledningarnas uppbärande på stolparne begagnas järnkrokar med därpå fastsatta isolatorer af porslin eller glas, hufvudsakligen såsom vid telegrafledningar är brukligt, ehuru de ega mindre dimensioner vid telefon- än vid telegraf-linier.

Vid telefonledningarna, i synnerhet när de äro fasta vid hustaken och äro hårdt spända samt ega stor spännvidd, uppstår genom vindens och temperaturförändringarnas inverkan vibrationer så starka, att ett oangenämt ljud däraf alstras. För att upphäfva eller förminska denna olägenhet har man försökt flere ljuddämpare. Sålunda har man gjort bruk af blyremsor, hvilka lindas kring tråden invid isolatorn. Efter flera försök med olika anordningar har man vid telefonnäten i Stockholm öfvergått till den som i fig. 428 framställes. En järntråd,

FIG. 428.

3,5 å 4,5 m. lång och omkring 4 mm. i diameter, och som vid sin yttre ände är försedd med en vridning men för öfrigt rak, sträckes från isolatorn utefter och omkring linien. En tjärad hampgarnsände är fäst vid järntråden och viras med hvart

annat hvarf kring linien och med hvart annat hvarf kring denna och kring järntråden tillsammans, hvarefter, sedan hela dämparen utskjutits, garnänden fastbindes vid isolatorn.

37O. Telefonkablar. - De obehag af flera slag, som de stora knippena af telefonluftledningar medföra i städerna, har gjort, att man allt mera öfvergått till kablar, lagda i gatorna. Där man har ett fullständigt subwaysystem, såsom i Paris, medför denna anordning icke någon vidare svårighet i fråga om kostnaden, och i nämnda stad har man redan från början af telefonnätets utförande begagnat sig häraf. Men eljest har det först de allra senaste åren lyckats att nedbringa kostnaden för dessa anläggningar så långt, att en vidsträcktare tillämpning af telefonkablar, nedlagda i gatorna, är att emotse.

Man har i fråga om dylika anläggningar att särskildt taga i betraktande dels själfva kabelna konstruktion, dels de trummor, rör etc., genom hvilka den skyddas, och dels de sätt, hvarpå kabeln häruti införes.

Hvad först beträffar själfva kabeln, har man försökt ett stort antal olika anordningar. Till en början hade man helt enkelt isolerade trådar, hoplagda till ett stort antal och omgifna med en skyddande metallbeklädnad. Men de störningar, som de olika ledningarna utöfva på hvarandra, blifva härvid så betydande, att telefoneringen däraf i hög grad lider. Man har efter flera försök funnit, att det enda säkra sätt att förhindra den ena strömkretsens verkan på den andra i kabeln består uti att linda de fram- och återgående trådarna spiralformigt kring hvarandra. Isoleringen utgöres vanligen af något fibröst ämne, såsom bomull, jute eller papper. Luft är dock ännu bättre isoleringsämne, och dess specifika induktions-förmåga är ringa, hvilket är fördelaktigt. Man har jämväl begagnat kautschukblandningar, men de ha i det hela taget befunnits underlägsna de förra, emedan de med tiden försämras och genomsläppa fukt samt vid värme blifva mjuka, och äfven emedan deras specifika induktionsförmåga är för stor. I Norra Amerika, där telefonkablar vunnit betydande tillämpning, ha de förnämsta telefonbolagen stannat vid följande dimensioner för en kabel med hoptvinnad ledning och återledning:*)

Ledningens diameter.......0,035 eng. tum.

Isoleringens yttre diameter .... 0,125 » »

Tvinningens längd......c:a 3 » »

Blybeklädnadens tjocklek.....0,125 » »

*) Efter Hopkins »Telephone Lines and their properties», London 1893.

Blybladet är beklädt med ett asfaltbaltigt öfverdrag. Blyet är icke rent, utan legeradt med 3 proc. tenn, hvarigenom det blifver varaktigare. Det erforderliga antalet par af ledningar i en kabel anbringas i koncentriska lager; hvardera af dessa gifves en ringa vridning i motsatt riktning mot den hos närgränsande lager. Härigenom blifver kabeln böjligare.

Beträffande ledningstrummornas anordning, har man flera olika förfaringssätt. Sålunda har man försökt trummor af trä, skyddadt med tjära eller kreosot; rör af papp, impregnerade med en asfalthaltig blandning; gjutjärnsrör eller dragna järnrör, hvilka sistnämnda läggas i cement eller konkret; vidare trummor, bildade af en blandning af beck, stenkolstjära och grus eller af terra-cotta eller cement o. s. v. Vi inskränka oss här till att anföra *) den metod, som man användt vid Rikstelefonen för nedläggning af telefonkablarna i Stockholm och hvilken härrör af d. v. telefoninspektören A. Hultman. Denna metod är patenterad i Sverige. Vid densamma begagnas l å 1,5 m. långa cementblock med minst 5 och högst 36 hål, hvardera af 75 mm. diameter och upptagande en kabel med 100 dubbelledningar. Ett block lämnar således plats för 500 å 3600 dylika ledningar. Por att sammanhålla de särskilda blocken hvila dessa vid skarfvarna på underläggsplattor, försedda med uppstående kanter, hvarjämte vid blockens sidor och öfveryta rännor äro uttagna, uti hvilka grofva järnstänger inläggas och fästas med cement. På c:a 120 meters afstånd från hvarandra finnas brunnar för kablarnas införande. Närmast intill dem äro blocken något utvidgade för detta arbetes underlättande. Fig. 429 åskådliggör denna anordning. De i Stock-

FlO. 429.

h öl m använda kablarna utgöras af 200 koppartrådar, som äro vridna i spiral om hvarandra. Isoleringen är af papper och de

*) Efter »Statens Telefonverksamhet åren 1881-1892».

FIG. 430.

skyddas med blybeklädnad. Yttre diametern är 52 mm. Vid läggningen indragas kablarna från brunn till brunn medelst vindspel, och detta arbete medför ingen svårighet. Från brun-narne utgå särskilda utgreningskablar, hvilka ledas utefter husväggen till takfästet, hvarifrån trådarna utspridas.

Man kan också verkställa telefonering genom underhafskablar Mellan Sverige och Danmark har man i detta hänseende anställt lyckade försök med begagnande af telegrafkablar. Trådarna äro här af koppar och vridna i spiral likasom dubbla telefontrådar. Men särskilda telefonkablar för nedläggning i vattnet begagnas ofta. Af det största intresset äro de kablar, som äro nedlagda mellan Stora Britannien och Frankrike samt mellan det förra landet och Irland. Fig. 430 visar i verkliga storleken en genomskärning till den sistnämnda kabeln med sina fyra ledningar och beklädnaden af grof järntråd. Längden af denna mellan Port Kail i Skottland och Donag-hadee på irländska kusten sträckta kabel är 23^ sjömil. Ledningarna väga 160 skalp, och isoleringen, som är af gutta-percha, 300 skalp.; ledningsmotståndet är vid vanlig tempera* tur 7,5 ohm och elektrostatiska kapaciteten 0,3 mikrofarad, allt per sjömil (== 1,855 m.). Kring de fyra ledningarna och deras isolering finnes en hylsa af mässingsbleck till skydd mot skeppsmasken.

Bland andra telefonkablar af särskildt intresse må äfven anföras de nya kablar, som tillverkas af Félten & Guilleaume i Mulheim a. E. Här användes 'blanka koppartrådar, hvilka isoleras från hvarandra medelst luft. For att hålla trådarna på bestämdt afstånd sinsemellan begagnas skrufformigt vridna stöd af papper, hvilka i genomskärning ha form af X, när fyra trådar bilda ett knippe. Hvarje sådant knippe är försedt med ett äfven af papper bildadt rörformigt omhölje. Ett antal dylika ledningar är koncentriskt hoplagdt till en kabel samt omgifves med papper eller flätning samt armeras. Äfven under-vattenskablarna från samma firma ega luftisolering, men ytter-

ligare, guttaperchabeklädnad samt blymantel jämte grofva ståltrådar, så formade, att de bilda ett stadigt omhölje. *)

371. Ljudets öfverföring mellan telefonledningar och andra elektriska ledningar. - Om flera telefonledningar äro i hvarandras närhet eller om andra elektriska ledningar, t. ex. telegraftrådar, finnas i grannskapet, framkalla de elektriska vågor, hvilka alstras i en af dessa motsvarande vågor i de öfriga, och om icke särskilda åtgärder vidtagas kommer det ljud, som elektriskt fortplantas genom en ledning, att mer eller mindre blifva hörbart i andra ledningars telefoner. Detta är en allmänt bekant omständighet, och man tillskrifves den induktionen, vare sig den elektro-dynamiska eller den elektrostatiska, såsom vi senare skola närmare angifva.

Förf. har redan för några år sedan å Tekniska Högskolan anstalt försök för att öfvertyga sig om huruvida verkligen induktionen mellan två på något större afstånd varande ledningar kan framkalla hörbara ljud. Yi skola här anföra några af dessa försök. De båda väl isolerade ledningarna af koppartråd uppspändes parallela på 37 m. längd. Den primära var i förbindelse med två Ericssons mikrofoner, den sekundära med två hörtelefoner, så att ljudet kunde uppfattas med båda öronen. Till en början voro trådarna tätt sammanlagda. Flera ord, äfvensom ljud frambragta med orgelpipa eller trumpet genom den primära ledningen, hördes tydligt jämväl i den sekundära, andra ord svagare eller knappt märkbart i denna. Aflägsnades ledningarna till 2 cm. afstånd, blef icke någon märkbar skilnad, utan ljudet hördes i den sekundära ledningen nästan lika väl som i förra fallet. Förminskades med bibehållande af 2 cm. afstånd den längd trådarna följde hvarandra till hälften af den ursprungliga, hördes ljudet visserligen svagare, men orden nästan tydligare artikulerade. Om man förminskade nämnda längd till en fjärdedel af den ursprungliga, blef ljudet mycket svagt, men dock tydligt artikuleradt. Aflägsnades slutligen ledningarna så, att på f af deras hela längd afståndet mellan dem var 2,6 m. och på J däraf 1,3 m., kunde ännu ett, ehuru ytterst svagt ljud, iakttagas. - Det visade sig jämväl att när 37 m. längd bibehölls, men afståndet ökades från 2 cm. till 10 och 20 cm., och ytterligare till 112 cm., så försvagades visserligen ljudet, men hördes nästan bättre artikuleradt än då trådarne voro närmare hvarandra. - Vidare undersöktes det inflytande i ledningarna anbragta motstånd utöfvade. Om afståndet var 10 cm., kunde ljudet ännu, ehuru svagare, förnimmas, med 2,000 å 3,000 ohm förökadt motstånd i den

*) Se vidare Teknisk Tidskrift, 1893, N:o 2.

sekundära ledningen; t. o. m. om denna ledning afbröts, iakttogs ljudet, men visserligen mycket svagt. *) Anbragtes åter trådarne 20 cm. från hvarandra, blef ljudet nästan ohörbart vid ett motstånd af 2,000 å 3,000 ohm i den sekundära ledningen.

Under dessa försök voro de båda telefonerna stälda än på tension, än i derivation af den sekundära ledningen och hördes ljudet nära nog lika väl i ena och andra händelsen. Något, men blott obetydligt sämre hördes ljudet med blott en telefon.

Yid en annan försöksserie följde trådarna hvarandra blott på 10 m. längd, under det att deras afstånd ökades till 2,5 å 3 meter. Äfven då hördes ljudet tämligen tydligt, om ock mycket svagt. Orden kunde likväl urskiljas.

Vi anföra ännu en annan försöksserie. De primära och sekundära ledningarna följde hvarandra på 14 m. längd och 30 cm. afstånd. Man hörde då ljudet tydligt i telefonerna, som voro förenade med den sekundära ledningen. Men om inan anbragte en sluten tredje ledning, så att en del däraf följde helt nära den del af den sekundära ledningen, som var närmast den primära, försvagades ljudet, men återkom, när den tredje ledningen afbröts. Induktionen upphäfves sålunda till en stor del genom den inverkan, som utöfvas af en i närheten varande tredje sluten ledning. Fullständigare blef dock denna verkan, om man införde den tredje tråden i samband med den sekundära, så att den utgjorde en del af återledningen. Då upphäfdes ljudet nästan fullständigt i den sekundära ledningen.

För att undersöka den inverkan, som hvarandra korsande ledningar utöfva, anbragtes de primära och sekundära ledningarna i rät vinkel sinsemellan, antingen i samma plan eller på ett afstånd. I intetdera fallet kunde ljud iakttagas. När sedan ledningarna bragtes i 50° vinkel mot hvarandra, hördes ljudet, äfven vissa ord, tämligen tydligt.

För att kunna göra en jämförelse mellan induktionen och derivationen genom jordledning, stäldes båda ändar af den primära ledningen i förbindelse med gasledningen, och den sekundäras båda ändar med vattenledningen, hvarjämte båda trådarne på 14 meters längd fingo följa hvarandra. När de voro i hvarandras närhet, hördes ljudet tydligt, men försvagades, när afståndet mellan trådarne ökades, och blef ytterst svagt, när deras afstånd steg till några meter. Förhållandet blef enahanda, när man i stället för vattenledningen införde en -solerad tråd såsom återledning i den sekundära slutningskedjan.

*) Om nyare iakttagelser öfver möjligheten att telefonera, oaktadt tråden brustit, se Elektrotechn. Zeitschrift, 1892, p. 74.742

Derivation genom jordledning har således icke vid ofvan anförda försök utöfvat inflytande.

Dessa försök visa, att induktion kan göra sig märkbar ännu på några meters afstånd, äfven om trådarna fqlja hvarandra en tämligen ringa längd. Det är därför att förmoda, att då denna längd är betydande, induktionens verkan kan utsträcka sig till stora afstånd. Preece har äfven funnit, att detta är händelsen, och han har offentliggjort åtskilliga hithörande anmärkningsvärda fakta. Så t. ex. har "Post-Office" i London telegrafkablar, nedlagda i ett järnrör i Gray's Inn Road. På hustaken, 24 m. öfver dessa kablar, funnos flera telefontrådar fastade. De genom telegraftrådarne sända signalerna kunde äfven iakttagas i telefonen. Yid de försök Preece på grund häraf anstälde, fann han, att dylika störningar kunde sträcka sig på 900 m. afstånd, ja vid två parallela telegraflinier på icke mindre än 17 kilometer. Men till och med på 65 kilometer gjordes liknande iakttagelser: ljud, frambragta vid en ledning i Newcastle kunde urskiljas i en därmed parallel ledning i Gretna, utan att någon tråd förenade dessa ställen. Man öfver-tygade sig om, att jordledning icke hade med saken att skaffa, utan sannolikt är det induktionen, som här är verksam.

Man får dock icke föreställa sig, att telegraf- och telefonhemligheten härmed är gifven fullkomligt till spillo. I allmänhet är det ett så stort antal telegrafiska och telefoniska meddelanden, som samtidigt i närbelägna trådar öfverföres, att man icke kan annat än undantagsvis genom induktionen bestämdt urskilja depescherna eller samtalen. Dessutom eger man medel att förminska eller till och med väsentligen upphäfva induktionens inflytande. Vi återkomma härtill i fråga om tele-fonering på längre afstånd och vilja nu blott anmärka, att man, såsom vi redan ofvan anmärkt, bäst vinner syftet genom att använda dubbla linier, således utan jordledning, på så sätt anordnade, att den inverkan genom induktion den ena linien röner upphäfves genom den motsatta inverkan, som på den andra linien utöfvas.

Äfven mellan underhafskablar på 800 m. afstånd har man funnit att företeelser, likartade med de nu anförda, gifva sig till känna.

Det synes af hvad som nu blifvit anfördt, att den ifrågavarande företeelsen har sitt upphof i antingen den dynamiska (äfven benämnd den magneto-elektriska) induktionen eller den statiska induktionen. Ett bland de ofvan omtalade försöken, hvilket visar, att ljudet kan genom induktion öfverföras, äfven om den sekundära ledningen är afbruten, antyder att den statiska induktionen medverkar. Ännu bestämdare framgår detta af de undersökningar J. J. Carty i New-York anställt, ochLJUDETS ÖFVERFÖRING MELLAN ELEKTRISKA LEDNINGAR. 743

som han år 1889 och 1891 offentliggjort, och af hvilka han drager den slutsats, att det nästan uteslutande är den elektrostatiska induktionen, som är verksam i fråga om ljudets öfverförande mellan telefonlinier. Det framgår nämligen af försöken, att om två telefonlinier löpa parallellt på ett litet afstånd, och den ena af dem är i verksamhet, så gifves det vissa punkter å den andra linien, vid hvilka en införd telefon icke angifver något ljud, under det att ljudet tydligt höres vid andra ställen däraf, hvilket skulle bero på att neutralpunkterna utgöra gränsen mellan två urladdningar i motsatta riktningar. Ännu tydligare framgår induktionens elektrostatiska beskaffenhet af ett försök, hvartill fig. 431 lämnar schemat. L± är den primära telefon-

FIG. 431.

linien, L2 L3 en dubbelledning med införda hörtelefoner vid båda dess ändar, i4 en yttre tråd, som förenas med L1 genom en tvärförening w. L^ och L± äro på 13 mm. afstånd från resp. L2 och L3, hvilkas afstånd sinsemellan är 90 cm. Sätter man mikrofonen uti linien Ll i verksamhet, alstras därigenom icke något hörbart ljud i de båda telefonerna, men om w af-brytes, öfverföres ljudet till L2 och L3. Detta skulle bero på att L i och L± ega samma potential, när de äro förenade med en ledning och således verka, med lika kraft på Z>2 och Z3.

Yid några af A. E. Kennély gjorda beräkningar med anledning af ett bland Cartys försök, erhölls, att den störning, som den elektrostatiska verkan i detta fall föranledde, var c:a tjugu gånger så stor som den, hvilken härrörde af den elektro-dynamiska verkan.

Ehuru jordledningar icke utöfvat inflytande under ofvan anförda förhållanden, gifves det andra fall, då de föranleda väsentliga störningar vid telefoneringen. Luft- och jordelektriciteten åstadkommer strömmar i telefontrådarne och därigenom

egendomliga ljud. Men det är i synnerhet vid mycket långa ledningar de blifva af betydelse, och vid korta linier inverka de icke synnerligt störande på telefoneringen. - Dynamomaskiner och ledningar för elektrisk belysning och arbetsöfverföring äro visserligen i de flesta fall isolerade från jorden, men isoleringen är ofta nog ofullständig. I så fall kan läckningen förorsaka allvarliga olägenheter för telefonledningar i närheten, så snart dessa ega jordledningar. Man begagnar också ofta, åtminstone i utlandet, samma stolpar för telefonledningar som för belysnings- eller kraftledningar, och äfven i detta fall kan läckning medföra störningar vid telefoneringen. Men de betänkligaste svårigheterna af denna orsak uppstå vid telefonledningar, som äro i närheten af elektriska järnbanor. Såsom vi i det föregående visat, använder man oftast vid sådana banor järnvägsskenorna för strömmens återledning, men då dessa icke äro isolerade från marken, kommer en större eller mindre del af strömmen att taga vägen genom denna, och om en telefon-linies jordledning är i närheten, uppstår ett mycket störande biljud. Man har försökt flera olika sätt att förebygga denna olägenhet, hvilken föranledt många tvistigheter. Det torde endast vara genom användande af en fullständigt metallisk ledning, d. v. s. utan någon jordledning, vare sig vid telefon-eller järnvägsanläggningen, som felet helt och hållet upphäfdes. Enär dubbelledningarna för telefonen i alla händelser äro af stor fördel och förr eller senare blifva nödvändiga, är det sannolikt att genom deras allmänna bruk denna fråga finner sin lösning. *)

Defc är dock icke endast genom öfverledning, utan äfven genom induktion, som starkströmsanläggningarna verka skadligt för telefonien. Men erfarenheten har visat, att de härigenom uppkommande olägenheterna icke äro af synnerlig betydelse. Detta framgår däraf, att man med framgång flerestädes äfven vid mycket långa linier begagnar samma stolpar för båda slagen af ledningars uppbärande. Så t. ex. har man mellan Oflenbach och Sachsenhausen en tredubbel ledning af nära 4J km. längd för trefasström jämte telefonledning på samma stolpar. Yid

*) Man har nyligen funnit, att en annan olägenhet förorsakas af de elektriska järnvägarnas jordledningar, nämligen den elektrolytiska verkan, som strömmen utöfvar å vattenledningsrör och andra i jorden nedlagda metalledningar. Stundom då man användt dessa såsom återledning för förstärkning af jordledningen, har deras tvärskärning förminskats genom elektrolysen, hvarför man nödgats ersätta dem genom jordplåtar, som förenats med järnvägsskenorna. Men det har visat sig, att olägenheten förebygges genom att med jorden förena dynamomaskinens negativa pol, så att strömmen kommer från jorden till vattenledningsröret, samt förena detta med stationen (se vidare härom L'Eleetricien, 1893, sid. 337).

härmed anställda försök har det visat sig, att med strömmar af 1260 volt och 9 ampere icke någon allvarligare olägenhet tillskyndades den på 2m. afstånd anbragta telefonledningen när denna var dubbel, i synnerhet då trefasledningarna voro anbragta spiralformigt, så att deras verkan på de båda telefontrådarna blef utjämnad.

Vi böra anmärka, att genom telefontrådarnas anbringande på samma stolpar som de ledningar, i hvilka strömmar med hög potential framgå, den fara för person, som dessa medföra, något ökas, enär i vissa fall kontakt mellan båda slagen af ledningar kan uppstå, så att äfven telefonledningen meddelas samma potential. I detta hänseende

kan det utan tvifvel vara fördelaktigare att använda särskilda stolpar för de olika slagen af ledningar, hvilket återigen föranleder en icke obetydlig förökning af kostnaden.

372. De elektriska företeelserna l vanliga telefonledningar. - Ljudet öfverföres i telefonledningar genom strömmar af oupphörligt vexlande styrka och i allmänhet äfven vexlande riktning. De lagar, som äro gällande i fråga om vexelströmmar, äro äfven här, åtminstone närmevis, gällande. Enär vexelströmmar lida större motstånd ju större antalet strömvexlingar är per sekund (§§ 66, 187), bör således vid telefonledningar, där en mängd strömmar af olika period samtidigt framgår, inträffa, att de strömmar, hvilka motsvara högre toner, försvagas mera än de andra. Den förändring ljudet härigenom lider är dock icke af någon betydelse i linier, hvilkas Själfinduktion är mycket ringa, äfven om motståndet är mycket stort, ehuru visserligen Ijudintensitéten i hög grad försvagas.

Vid några af Hopkins i Norra Amerika gjorda försök användes ett motstånd af tre megohm (d. v. s. 3.106 ohm), bildadt af ett blyertsstreck på papper, hvars Själfinduktion därför var obetydlig, och det visade sig härvid, att ljudet skarpt och klart framfördes. Men annorlunda blifver förhållandet, när Själfinduktionen icke kan försummas. Det inflytande Själfinduktionen utöfvar i detta fall är nämligen icke blott en skenbar förökning i motståndet, utan äfven en förskjutning af fasen, så att denna retarderas. Man får således två förändringar vid ljudets öfverförande genom den elektriska strömmen i ledningar med afsevärd Själfinduktion: alla de öfverförda ljuden försvagas, hvarvid de som ega större svängningstal försvagas mera än de öfriga, om ock icke väsentligt; ljudvågorna förskjutas i afseende å hvarandra, så att de vågor, hvilka motsvara större svängningstal, mest retarderas. Den sistnämnda förändringen är ofta af vigt och föranleder otydlighet hos det ljud, som iakttages i telefonen.

Men det är ännu en omständighet, som är af väsentligt inflytande i detta hänseende, nämligen den elektrostatiska laddningskapaciteten hos ledningen samt den däraf beroende statiska induktionen. Hvarje ledare eger någon kapacitet, och det är uppenbart att till följd häraf vid elektricitetens strömning en försvagning af strömmen måste ega rum på större afstånd från utgångspunkten. Detta skulle icke medföra någon allvarligare olägenhet, om icke på samma gång fasen retarderades. En sådan fördröjning uppstår dock genom kondensationen på samma sätt som genom Själfinduktionen, så att båda dessa omständigheter bidraga till att göra det genom elektriciteten framförda ljudet otydligare. Det får dock uppmärksammas, att Själfinduktionen och kondensationen i vissa fall motverka hvarandra (jämför § 65). Till följd häraf förminskar Själfinduktionen icke nödvändigtvis strömstyrkan, utan kan till en viss grad verka nyttigt, så framt ledningen eger tämligen stor laddningskapacitet.

Af hvad i denna och näst föregående paragraf blifvit anfördt följer, att det genom elektriciteten öfverförda ljudets styrka forsvagas genom ökadt motstånd hos ledningen, genom elektricitetens läckning samt i allmänhet genom statisk induktion och Själfinduktion äfvensom att dess tydlighet förminskas genom statisk induktion och Själfinduktion, hvilka båda tillika förändra klangfärgen; denna förändras äfven genom att de högre tonernas amplitud försvagas mera än de lägres.

I fråga om läckningen bör anmärkas, att i de fall, att den statiska induktionen är af stort inflytande, detta kan förminskas genom läckningen, så att den elektriska laddningen får tillfälle att bortgå. Hvad åter angår Själfinduktionen och laddningskapaciteten, så böra de vara så ringa som möjligt både hos linierna och apparaterna. Koppar- och bronstrådar äro därför fördelaktigare än järn- och ståltrådar samt bimetallisk tråd.

Ju smalare tråden är, på ju större höjd den är öfver jordytan, och ju större dess afstånd är från andra ledningar, desto mindre är dess laddningskapacitet (§ 64). Linier på stolpar hafva i allmänhet mindre kapacitet än de på takställningar hvilande ledningarna.

Beträffande de dubbla ledningarna, hvilka numera i synnerhet för längre afstånd allmänt begagnas, bör uppmärksammas, att om A och B (fig. 432) äro två trådar för samma ström, så inverka icke de intill det symmetriskt belägna planet C D anbragta ledningar, så framt de icke genom sin tjocklek verka på samma sätt som om afståndet mellan A och B förminskades. Detta beror på, att potentialen vid en punkt, hvilken som helst å CD är noll, när A och B äro laddade med lika stora, men motsatta elektricitetsmängder. Äfven jordens närhet

inverkar icke

mycket på de högt belägna och jämförelsevis nära hvarandra lagda ledningarna i afseende å deras laddningskapacitet. *) Redan dessa fördelar, oafsedt andra (§ 371), antyda dubbla ledningars värde för telefonien. '

Vi böra nämna, att uttrycket "retardation", som man förr använde vid förklaringen af vissa störningar inom telefonien, icke angifver någon särskild elektrisk verkan, utan motsvarar dels själfinduktionens och dels den statiska laddningskapacitetens inflytande för så vidt fasen härigenom förändras.

Strömstyrkan i ledningar med användande af den förr vanliga transmittern af Blakes typ (§ 362) uppgår blott till 0,oooi åO,ooo7 ampere, beroende på batteriets och induktionsrullens beskaffenhet samt det ursprungliga ljudets styrka. Vid de nyare kolkornmikrofonerna uppgår strömstyrkan till O, o o o 2 å 0,oi ampere.

373. Telefonering på mycket stora afstånd. -

De elektriska företeelser, som vi i de båda senaste paragraferna tagit i betraktande, förefinnas i alla telefonledningar, men naturligtvis är det företrädesvis vid mycket långa ledningar de göra sig gällande. Man fann äfven snart, att fastän enkla järntrådsledningar och ofullkomliga apparater kunde gifva tämligen goda resultat vid telefonering på korta afstånd, de dock blifva otillfredsställande vid många mils afstånd. Till en början försökte man begagna telegraftrådarna äfven för interurban telefonering, och detta är äfven möjligt.

En belgisk elektriker van Hyssdberghe uppfann en metod att begagna telegraf ledningarna för telefonering, utan att därmed lägga hinder i vägen för telegraferingen. I själfva verket äro telefonströmmarne alltid så svaga och de förändringar de undergå så hastiga, att de icke utöfva inflytande på Morse-telegrafapparaterna, och om man vid dessa gör bruk af strömmar, som icke Ögonblickligt utan jämförelsevis långsamt förändras, kan man göra telegrafströmmarne utan inflytande på telefonen. Fig. 433 visar schematiskt denna anordning. Vid

*) Vid dubbelledningar ega båda trådarne tillsammans blott vid pass T7Ö af endera trådens laddningskapacitet i förhållande till jorden. Sålunda fann Massin (Comptes Rendus de TAcademie des Sciences, 1891) kapaciteten bos enkla ledningar per kilometer 0;0092 å 0,0099 samt hos dubbla ledningar

0,0065 å 0,0070.

FIG. 432.

den afsändande telegrafstationen A får strömmen från batteriet P genomlöpa två trådrullar E19 E2, under det att samtidigt kondensatorn C laddas. Trådrullarne utöfva hvardera ett motstånd af 500 ohm; kondensatorns laddningskapacitet är 2 mikrofarad. När nyckeln M nedtryckes, kommer strömmen till en början till den ena rullen E^, som modererar dess första verkan, samt genom nyckeln till den andra rullen E2, hvars ändamål är dels att fortsätta den första rullens verkan, dels att tvinga elektriciteten att ladda kondensatorn. Il är skrifapparaten. Trådspiralerna äro såväl inuti försedda med järnkärna, som

FIG. 433.

utomkring med beklädnad af mjukt järn. Härigenom alstras vid strömmens slutning och af brytning starka extra strömmar. I förra fallet går extra strömmen motsatt den i stapeln alstrade strömmen och fördröjer dennas uppkomst, hvaremot vid af-brytningen extra strömmen går i samma riktning som stapelns ström och således föranleder, att denna icke ögonblickligt upphör. Kondensatorn tjänstgör på samma sätt och förstärker induktionsrallarnes verkan. Vid telefonstationen S sätter man telefonen T i förbindelse med linien L genom en kondensator Cr af 2 mikrofarad. Man kan på detta sätt medelst kondensatorn öfverföra de undulatoriska telefonströmmarne från linien till telefonapparaten eller omvändt, utan att telegrafströmmar n e få tillfälle att dit intränga.

Yan Rysselberghes system har tillämpats i Belgien mellan flera städer, äfvensom å vissa telegraflinier i några andra länder. Så t. ex. försöksvis mellan Paris och Briissel på ett afstånd af 335 kilometer, mellan Madrid och

Burgos 252, mellan Oporto och Lissabon 312, mellan Buenos-Åyres och Hosario 350, mellan Paris och Reims 165 kilometer. Något allmännare användande torde det likväl icke erhålla, då det påkallar för-

ändring af telegrafanordningarna samt dessutom telefoneringen går långt bättre på dubbla linier af koppar.

Vi böra dock nämna, att ett af P. Picard uppfunnet nytt system för samtidig telefonering och telegrafering, grundadt på induktionsrullars användande, hvilket försökts mellan Paris och Lyon, synes hafva lämnat bättre resultat än det förenämnda och upptagits af den franska post- och telegrafförvaltningen. *) Det är icke heller osannolikt,1 att i vissa fall ledningar, afpassade för telefonering, med fördel skulle kunna begagnas äfven för telegrafering. Men vanligtvis har man gjort bruk af särskilda telefonlinier.

Den bekante engelske elektrikern Preece har på grund af åtskilliga försök med telefonledningar för stora afstånd uppställt den regel, att produkten af liniens kapacitet i mikrofarad och ledningsmotstånd i ohm bör understiga 15 000 och helst 7 500. Han fann nämligen, att när nämnda produkt var

15000 blef telefonsamtal omöjligt. 12000 » » möjligt.

10000 » >» godt.

7500 » » mycket godt.

5000 » » förträffligt.

2500 » » fullkomligt.

På grund af denna regel äro några långa linier utförda, såsom Paris-London. Men erfarenheten har sedermera visat, att Preeces regel ingalunda eger allmän giltighet. Vi anföra särskildt den största af de hittills utförda telefonlinjerna: Boston-New-Tork-Chicago, som är mer än 1200 eng. mil lång, och där nämnda produkt uppgår till öfver 46 000. Denna linie har likväl visat sig fullt ändamålsenlig. Yid densamma användes koppartråd n:o 8 B. W. G. (4,19 mm. diameter), med ett motstånd af 2,06 ohm samt en laddningskapacitet af 0,0158 mikrofarad, allt för eng. mil. Den dubbla linien uppbäres af stolpar af cederträ, så höga, att den kommer på 26 eng. fot öfver marken. Två horisontala 10 fot långa armar af furu äro anbragta på stolparne och härpå äro glasisolatorer fastsatta. Fig. 435 A visar dessas vanliga anordning och JB vid omkastningar, hvilka på passande afstånd utföras på sätt fig. 434 antyder, hvarvid får anmärkas, att tråden kommande från ena sidan slutar på Öfre isolatorn och fortsätter genom en tvärförening till tråden på andra sidan, hvilken äfven slutar vid isolatorn. Genom tvärföreningar omkastas ledarens läge på

*) Se häröfver L'Électricien, 1891, p. 145. FIG. 434.

FIG. 435.

ömse sidor af tvärarmen, enligt det schema fig. 436 visar, då A By B C... är 1300 fot samt där l-10 motsvarar öfre och 11-20 undre armens trådar. Stolparnes afstånd från hvar-

FIG. 436.

andra är 130 fot. Vid hvar tionde stolpe finnes en åskledarestång af galvaniserad järntråd.

Förutom genom luftledningarna sker telefoneringen på Bjston-New-York-Chicago-linien genom 2 eng. mil under-hafskabel och 3 mil underjordskabel.

FIG. 437.

De telefonapparater, som användas vid denna långa linie, äro tillverkade af White i Boston och utgöras af en förbättring af Hunmngs. Fig. 437 visar en genomskärning och detaljer af transmittera. Man har här två kolskifvor E och B, åtskilda med fint antracitpul-ver. Den ena är direkt fäst vid membranet D, hvilket mottager ljudvågorna, under det att den andra är förenad med mässingsstycket W, som är utskuret för

kolskifvornas upptagande och är isoleradt från dessa medelst papper. Kolskifvorna äro fastlimmade på mässingsskifvor för att kunna anbringas vid metallstycket och diafragman. Dessutom är skifvan E förenad med en glimmerskifva m medelst en mutter samt med W genom en annan mutter. Mässingsstycket TF är i sin ordning fäst vid ramen F medelst mässingsstycket P. Membranet qvarhålles vid ramen genom fjädrarne /. Alltsammans inneslutes i den runda dosan 6Y, hvilken anbringas på ett stöd. - Denna transmitter lär gifva en stor ljudintensitet samt artikulera ljudet synnerligen väl.

Ex. Vid tillämpningen af Preeces regel har man multiplicerat ledningens totala motstånd med kapaciteten hos en af dess trådar i afseende å den andra tråden, hvilken kapacitet antages vara hälften så stor som om den bestämdes i afseende å jorden (se § 64). Med andra ord: det i ohm uppmätta motståndet hos en af trådarne i den metalliska ledningen multiplicerar med dess i mikrofarad bestämda laddningskapacitet med hänsyn till jorden. Man skulle således erhålla produkten af motståndet och laddningskapacitetea att vara vid ofvannämnda ledning: 1200 . 2,06 .1200 . 0,0158 = 46869. I verkligheten är dock kapaciteten ännu större, emedan en del af ledningen utgöres af kablar.

374. De elektriska företeelserna i telefonkablar.

- Äfven, här uppträda de i §§ 371 och 372 anförda företeelser, och då ledningstrådarne i en kabel komma helt nära hvarandra, skulle de skadliga inbördes verkningarna i hög grad göra sig gällande, om man icke på sätt vi redan i § 370 antydt lindade de till samma strömkrets hörande trådarna i spiralform kring hvarandra och dessutom omgaf dem med

ämnen egande blott ringa specifik induktionsförmåga, så att den elektrostatiska laddningskapaciteten blifver så liten som möjligt. Man har äfven försökt andra sätt att förminska kapaciteten eller försvaga dess inflytande. Sålunda har man reducerat trådlindningen så långt det låtit sig göra samt gifvit kablarna en jämförelsevis liten isoleringsförmåga, så att den elektriska läckningen hindrat den elektrostatiska laddningen öfverskrida en viss gräns. Men visserligen far detta icke ske genom att kablarna hållas fuktiga, ty detta skulle öka kapaciteten. Det bör för öfrigt omtalas, att de medel man använder för att hindra induktionen från en ledning till en annan till en viss grad ökar kapaciteten och således gör ljudet mindre klart. De koncentriska kablarne, som man for några år sedan försökte inom telefonien, i det man utomkring koppartrådens isoleringsskikte anbragte ett tunt rörformigt ledande lager, hindra visserligen nästan fullständigt induktionen, men de äro likväl olämpliga, emedan de i hög grad öka laddningskapaciteten. Äfven den numera allmänt begagnade anordningen med hoplindade trådar ökar kapaciteten, men blott i ringa mån. - Denna förökning beror dels på trådens större längd, dels ock förnämligast på att trådarna pressas nära intill hvarandra vid hoplindningen. För att ytterligare motverka induktionen inom kablar bör man undvika att korsningöpunkterna vid de dubbla trådarna komma bredvid hvarandra.

Om man jämför blanka luftledningar och underjordskablar, finner man, att de sistnämndas laddningskapacitet vanligen är långt större för samma längd. Så t. ex. bestämmes i specifikationen, som det amerikanska Bell-telefonbolaget utfärdar för kabelleveranser, att kapaciteten hos en tråd icke far vara mer än 0,18 mikrofarad per eng. mil, hvarvid tråden undersökes, då de andra trådarne äro i förening med jorden; motståndet hos en sådan tråd är omkring 36 ohm. Den lägsta kapaciteten hos en kabel torde vara omkring 0,075. Såsom jämförelse erinra vi om Boston-Chicago-luftledningen, hvars kapacitet är ovanligt stor och som dock blott uppgår till 0,0158 mikrofarad per eng. mil. Vid de långa underhafstelefonkablarne har man begagnat sig af samma anordning som vid luftledningarna för att upphäfva de skadliga inverkningarna på sätt fig. 430, sid. 739 åskådliggör.

375. Några särskilda tillämpningar af telefonen och mikrofonen. - Utom den allmänt bekanta tillämpningen af telefonen och mikrofonen för samtals förmedling på större eller mindre afstånd utom eller inom hus samt för permanenta eller tillfälliga anläggningar, hafva dessa apparater visat sig

vara af icke ringa gagn för flera andra ändamål. Vi skola här i korthet anföra några bland dessa.

Öfverförande af musik. Såsom vi ofvan sett försökte man redan från början vid uppfinningen af telefonen att

anordna denna för meddelning af musikaliska ljud. Denna tillämpning har äfven sedermera vunnit ganska stor betydelse. Yid olika tillfällen och särskildt vid elektricitetsutställningar, t. ex. i Paris 1881 och Frankfurt a. M. 1891, Qhar man i vidsträckt skala anordnat telefonisk meddelning på stort afstånd, äfven från andra städer, af musik och sång. Vid den förstnämnda utställningen skedde detta från operan i Paris till industripalatset därstädes. På avantscenen vid sidan af rampen voro 5 mikrofoner, sådana fig. 403, sid. 702 visar, anbragta å ömse sidor om sufflören.

Mikrofonerna stodo i förbindelse med hvar sin stapel af några Leclanchés element samt med en liten induktionsrulles primära ledning. Fig. 438, hvilken lämnar en schematisk fram-

FlG. 438.

ställning af hela anordningen, visar för två af mikrofonerna, nämligen n:o l och 6, huru de voro förenade med staplarne Pl och P6 samt den grofva tråden till induktionsrullarne Sl och

S Q. Den sekundära, fina tråden gick till den dubbla ledningen Lly L Q, som förde till de telefoniska hörsalarne. Mot hvarje mikrofon svarade 8 receptor-telefoner. Således användes tillsammans 80 telefoner, och dessa voro fördelade uti två salar, hvardera afsedda för 20 personer. För hvarje person fanns således två .telefoner, så att ljudet uppfattades med båda öronen, hvilket är ganska väsentligt i detta fall, enär härigenom en företeelse uppstår i viss mån analog med den, som vid stereo-skopet visar sig. Hvad den sistnämnda apparaten är för ögat, är den ifrågavarande anordningen för hörseln. Då man lyssnade i endast en telefon, fick man icke något begrepp om på huru stort afstånd talaren befann sig. Helt annorlunda blef förhållandet, när man gjorde bruk af de båda hophörande telefonerna. Man hörde då tydligt de särskilda på scenen varande personernas röst förändras allt efter som de förflyttade sig, och man erhöll härigenom ett begrepp om deras vexlande ställning i afseende å hvarandra. Man ser af fig. 438, huru mikrofoner och telefoner voro parvis grupperade för vinnande af detta ändamål.

Det visade sig vara af vigt for ljudets behöriga meddelning, att de vid rampen anbragta gaslågorna äro omvända, så att lågorna brinna uppifrån nedåt och gaserna bortgå genom en under golfvet liggande rörledning, hvarigenom icke några heta gasströmmar inverka på telefonen. - Sedan numera det elektriska ljuset vunnit allmänt användande vid teatrar, är denna omständighet utan betydelse.

I Paris har sedermera ett bolag bildat sig, hvilket för en viss afgift sätter en abonnent i denna stad i stånd att i hemmet höra föreställningarna å de särskilda teatrarne. Äfven i offentliga lokaler derstädes: klubbar, kaféer, hotell o. s. v., äro flyttbara apparater, teatrofoner, anordnade för samma ändamål.

Man har jämväl flera gånger i Stockholm telefoniskt öfver-fdrt musik och sång från operan till Allmänna telefonbolagets station i samma stad.

Induktionsvågen. Denna är en af Hughes uppfunnen apparat, med hvars tillhjälp de minsta spår af metaller kunna iakttagas och undersökas. Fig. 439 visar schematiskt apparatens anordning, a, o! äro två primära, 6, V två sekundära trådrullar. Samma ström, vanligen från tre Daniells element och hvilken genomgår en mikrofon för att den må erhålla vexlande styrka, sändes genom a och af. De sekundära rullarne b och V äro så förenade, att i dem inducerade strömmar gå i motsatta riktningar. Mikrofonen sättes i verksamhet medelst ett ur. För att pröfva likheten af de båda inducerade strömmarne i b och V är i ledningen mellan dem en telefon införd. Äro de fullständigt lika hvarandra, är telefonen tyst, men den

minsta olikhet mellan dem gifver sig tillkänna i telefonen genom ljud. Så t, ex, om man anbringar två fullständigt lika mynt inuti a, b och a', V, höres ingenting i telefonen, men denna ljuder högt, om de båda mynten äro olika, det ena t. ex. något mer nött än det andra. Den af de båda metallstyckena beroende skilnaden i induktionen kan uppmätas medelst en särskild apparat, sonometer, som synes vid öfre delen af fig»

FIG. 439.

«, «J ,10 .C £0 60W*OSO/IOO<HO<IOi;!i

439. Tre trådrullar äro anbragta parallela med hvarandra å en skala, på så sätt, att de båda yttre rullarne c och e äro orörliga, men den mellersta d kan flyttas långs skalan. En af de sekundära trådrullarne, nämligen &, är satt i förbindelse med d. Trådrullarne c och e genomlöpas däremot i motsatta riktningar af den primära strömmen. När d står midt emellan c och e, kompenseras dessas verkan på d, men när denna närmas till vare sig c eller e, induceras en ström i dy hvars rikt-756

ning beror på åt hvilken sida d förflyttas. Det afstånd, som d får flyttas för att återställa jämvigten, när lika stora stycken af två olika metaller anbringas i a, b och a!, V, angifver i godtyckliga enheter skilnaden mellan dessa metallers olika ledningsförmåga för ögonblickliga inducerade strömmar. Apparaten är så känslig, att om ett milligram koppar eller en fin järntråd, finare än ett hufvudhår, införes i en af trådrullarne, telefonen därigenom bringas att högt ljuda. Den kan därför användas för undersökning af metallernas egenskaper, och den har vid flera tillfällen blifvit använd för detta ändamål.

Vi böra äfven nämna, att i en förändrad form en liknande apparat blifvit begagnad för metallers undersökning till praktiskt behof. Fig. 440 visar schematiskt anordningen af den nya af de Place konstruerade apparaten, hvilken uppgifves med fördel hafva blifvit använd i flera franska fabriker. B är det metallstycke, som undersökes, M en Orossleys mikrofon, F en

FIG. 440.

stålstång, hvilken rör sig fram och tillbaka medelst urverk eller på annat sätt, så att den gör tre slag på två sekunder mot B:s yta, P en stapel, R Ur en skala, vid hvilken två trådrullar J?, B äro anbragta, och hvaraf B är förenad med den i ett annat rum varande mikrofonen och Br med en hörtelefon T. Hvardera af rullarne hafva 125 ohms motstånd. B står vid skalans nollpunkt, Bf flyttas så långt, att man i telefonen knappast kan iakttaga ett hörbart ljud, när stången F slår mot metallstycket. Detta, som kan vara en järnvägsskena, en maskinaxel etc., kan sålunda undersökas genom att ljudet förändras, när stången träffar metallen i närheten af en spricka. Inom fysiologien och läkarevetenskapen ha mikrofonen och telefonen vunnit användande. Sålunda har induktions-vågen begagnats för undersökning af projektilens läge vid skottsår, och första gången tillämpades den härför i Amerika å presidenten Garfield. En särskild mikro-telefon-sond är konstruerad af Chardin för kirurgiska undersökningar, och detta icke blott för att taga reda på i kroppen inträngda metall-SÄRSKILDA TILLÄMPNINGAR AF TELEFONEN OCH MIKROFONEN. 757

stycken, utan äfven på hårda delar af andra ämnen. Vidare må omnämnas mikro-telefon-stetoskop af olika slag.

Tillämpning för elektriska mätningar. Man har vid flera tillfällen ersatt galvanometern med telefonen vid elektriska mätningar af motstånd, elektromotorisk kraft o. s. v. Vi hafva redan i § 61 anfört exempel härpå. Flera olika bryggor äro konstruerade för telefon, och de medföra den fördel framför instrument med galvanometer, att man icke behöfver vänta på att en magnetnål intagit sitt jämvigtsläge. *)

Undersökning af kontakter. En ganska vigtig omständighet vid konstruktionen och användandet af elektriska apparater äro kontakterna mellan de särskilda ledarne för den elektriska strömmen. Om man i ledningen inför en telefon, kan man af det i denna uppkommande ljudet sluta till kontaktets beskaffenhet och förbättra de fel, som i detta hänseende förefinnas. Så t. ex. gjorde Lacoine bruk af telefonen för pröfning af kontakterna vid ett system af elektriska ur. De yttre kontakterna vid dessa gjordes med minutvisaren, hvilket förorsakade svårigheter till följd af friktionens ojämnhet. Men dessa öfvervunnos med tillhjälp af telefonen. När friktionskontakterna voro dåliga, hörde man i telefonen starka ljud, beroende på ögonblickligt afbrott eller betydande tillväxt i motståndet. När kontaktet var fullkomligt, hörde man endast ljud, som uppkommo vid strömmens slutning och afbrott i regelbunden ordning, men under hela den tiden kontaktet fortfor uppstod intet ljud. Det blef därigenom möjligt att lämpligt afpassa kontakt-fjädrarnas dimensioner och styrka. Lacoine begagnade jämväl telefonen vid en elektrisk anemometer för att kunna på afstånd undersöka dess hastigt vexlande kontakter och i tid kunna

verkställa dessas reparation.

Vid små elektriska motorer kan man genom att anbringa en telefon i derivation från borstarne och iakttaga ljudet undersöka huruvida den tryckning, som utöfvas af borstarne, är tillfyllestgörande för kontakten utan att friktionen blifver för stor. I synnerhet för de motorer, som begagnas vid vissa elektriska mätare, är denna tillämpning af nytta.

Undersökning af ventilationsapparater. Man har gjort bruk af telefonen för att kontrollera ventilationsapparaters verksamhet. Särskildt vid grufvor har detta funnit tillämpning. Ett litet hjul sättes i rörelse af den framströmmande luftmassan, och nära detta anbringas en telefon, hvilken är förenad med

*) Vilkoren för ljudets upphörande vid dylika mätningar med telefonens hjälp kunna blifva mycket invecklade, när Själfinduktionen, den ömsesidiga induktionen mellan ledarne äfvensom laddningskapaciteten utöfva märkhart inflytande (se häröfver: Blakesley, Alternating currents of electricity, tolfte kapitlet).

en dylik å ingeniörkontoret Man kan då höra af det buller, som vid hjulets rörelse uppstår, huruvida ventilationen försiggår i vanlig ordning eller om någon rubbning däruti inträffat.

Undersökning af värmekällor. Hughes, du Moncel och Edison hafva användt mikrofonen for att undersöka svaga värmekällor. Denna tillämpning grundar sig därpå, ^att motståndet vid mikrofonen varierar med temperaturen. Du Moncel gick till väga på det sätt, att i en fjäderpenna infördes fem små kolstycken, sådana man använder dem för elektrisk belysning. När kolstyckena trycktes mot hvarandra med en lagom stor kraft, och en ström fördes genom dem samt genom en galvanometer, angaf dennas vexlande utslag de temperaturförändringar kolet undergick. Om man närmade eller aflägsnade handen eller om man andades mot pennan, visade sig detta på galvanometern. Edison har konstruerat en särskild apparat, mikrotasimetern, hvarmed man kan undersöka ytterst svaga värmekällors strålning. Den utgöres i hufvudsak af den kol-transmitter, vi förut beskrifvit (§ 351), samt en mot ändarne tillspetsad stång, anbragt så, att den ena änden trycker mot platina- och kolskifvorna. När stångens temperatur förändras, blifver det mot skifvorna utöfvade trycket starkare eller svagare samt ledningsmotståndet mindre eller större. Ledes en ström genom apparaten samt genom en galvanometer, kan dennas utslag angifva värmestrålningens intensitet. Äfven för undersökning af fuktighetshalten o. s. v. har Edison gjort bruk af en dylik anordning.

Fonoforen. Ingeniör O. E. Wollert i Stockholm har erhållit patent*) å en af honom uppfunnen apparat, benämnd fonofor, hvilken utgör en kombination af telefonen och fono-grafen. Härigenom möjliggöres, att en person, som önskar göra ett meddelande per telefon, men ej vid påringningen får något svar, kan tillkoppla en apparat, hvilken därpå upptecknar meddelandet på så sätt, att den anropade sedermera kan höra hvad som telefonerats. Ljudet upptages likasom vid den vanliga fonografen af en roterande cylinder, hvaruti ett stift gör intryck, Men detta stift sättes i rörelse icke direkt genom ljudvågorna, utan medelst samma elektriska strömmar, som framkalla ljudet i hörtelefonen, hvarjämte spetsens vibrationer på elektrisk väg ditföras vid ljudets återgifvande.

376. Bells fotofon. - Telefonens uppfinnare, Bell, har jämväl uppfunnit en annan märkvärdig apparat, af honom benämnd fotofon, med hvars tillhjälp ljudet kan öfverföras på stora afstånd genom förmedling af ljusstrålarne. Ehuru denna

*) Se: Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, n:o 3862.

senare Bells uppfinning ingalunda i praktisk betydenhet kan på långt när mäta sig med hans stora uppfinning af telefoner, är den i alla händelser af värde i vetenskapligt hänseende och har gifvit anledning till intressanta undersökningar och upptäckter inom fysiken. Enär fotofonen står i ett tämligen nära samband med telefonen, skola vi här något närmare redogöra för densamma.

Den princip, på hvilken fotofonen eller radiofonen, som den nu mera ofta benämnes, är grundad, är känd sedan år 1873, då Willoughby Smith upptäckte, att kristallinisk selen utöfvar ett mycket ringare motstånd för den elektriska strömmen, då metalloiden utsättes för ljuset, än då den är i mörkret. Redan i diffust dagsljus kan

ledningsförmågan hos en kristallinisk skifva eller stång af selen förökas till den dubbla eller tredubbla, och i direkt solljus till och med till mer'än den tiodubbla mot hvad den är i mörkret eller utsatt lör endast mörka värmestrålar. De olika färgerna utöfva i detta hänseende olika inflytande. Sålunda har man funnit vid belysning med olika delar af spektrum de relativa motstånden att vara vid

rödt ljus.............. 256

orange »............... 277

grönt ».............. 278

violett »............... 279

diffust »............... 270

En dunkel låga, som alstras med Bunsens brännare, är föga verksam, men göres den lysande, kan den verka kraftigt.

De förändringar, som ledningsförmågan hos selen lider genom ljuset, försiggå mycket hastigt. Anbringas selen i ledningen till en telefon och en knippa af intermittenta ljusstrålar får falla därpå, hör man därför i telefonen en ton, som motsvarar ljusets vexlingar. Det är på detta förhållande fotofonens verksamhet beror. Fig. 441 visar apparatens anordning. Det rör, vid hvars mynning man talar, är vid ena änden tillslutet med en mycket tunn glasskifva M eller ock med ett metallblad. Skifvan eller bladet verkar såsom en spegel, så att om en knippa ljusstrålar, reflekterade af den plana spegeln H och koncentrerade af en lins, faller därpå, kommer den att återkastas, hvarvid intensiteten hos ttei reflekterade ljuset varierar, emedan ytan af M ömsevis blifver konvex, plan och konkav. Strålarne träffa en konkav spegel (se nedtill å fig. 441) och koncentreras af denna mot selenreceptorn B. Denna lider ständiga vexlingar i sitt motstånd, svarande mot de formförändringar, som M undergår under inflytande af de i röret

alstrade ljudvågorna. Men selenreceptorn II är införd i ledningen från en galvanisk stapel -P till en telefon T. I denna kan man då höra det ljud, som frambringas vid den afsändande stationen. - För att utestänga de dunkla värmestrålarne användes ett kärl C, innehållande alunlösning.

FIG. 441.

Beträffande selenreceptorn bör nämnas, att Bell funnit den böra erbjuda ljuset så stor yta som möjligt, men tillika göra så litet motstånd som möjligt vid den elektriska strömmens genomgång. Han bildar den för den skull af en följd ringformiga skifvor, omvexlande af mässing och glimmer, hvilka tryckas mot hvarandra. Grlimmerskifvorna ega något mindre diameter än mässingsskifvorna, och de så uppkommande mellanrummen uppfyllas med selen. Denna bildar således små ringar mellan två mässingsskifvor. Hvarannan af de sistnämnda skifvorna

är i förbindelse med den positiva, hvarannan med den negativa polen till stapeln. Det totala motståndet är 1200 ohm i mörkret och 600 ohm vid dagsljus.

Eör att kunna anbringa selenen vid cylindern, upphettas denna till metalloidens smältpunkt, hvarefter en stång selen, sådan den i handeln förekommer, gnides däremot, då de ringformiga mellanrummen däraf fyllas. Temperaturen höjes därefter småningom, till dess selenens metalliska utseende försvinner, hvarefter apparaten får afsvalna.

Den nu beskrifna anordningen af fotofonen är på flera olika sätt modifierad, såväl af Bell som ock af flera andra vetenskapsmän. I stället för den tunna, böjliga spegeln M har Bell gjort bruk af en lins, bildad af två tunna, böjliga glasskifvor och en af dem innesluten genomskinlig vätska. Por att göra ljuset intermittent användes en roterande skifva med en mängd fina hål vid omkretsen, så att den därpå fallande ljusknippan ömsevis genomsläppes och utestänges. Om ljuset sedermera koncentreras mot selenreceptorn, kan man i den därmed

förenade telefonen höra ett ganska starkt ljud, hvars höjd beror på skifvans rotationshastighet. Men jämväl utan selenreeeptor, stapel och telefon kan ett om ock mycket svagt ljud förnimmas. Anbringas nämligen vid den punkt, mot hvilken ljusstrålarne konvergera, ett tunt ebonitblad, och örat hålles däremot, höres en ton, likaså om strålarne fa falla omedelbart i hörselgången. Det har äfven visat sig, att fibrösa ämnen, såsom vadd, ull etc. framkalla starkare ljud än hårda kroppar. På grund häraf konstruerades en receptor, bestående af en konisk kopparlåda, vid basen sluten med en glasskifva och med spetsen förenad med ett kopparrör, stående i förbindelse med ett akustiskt rör. Om i det koniska rummet fibrösa ämnen anbringas, blifver ljudet, som genom de intermittenta ljusstrålarne framkallas, starkare, än om en skifva begagnas. Ännu mera förhöjes ljudintensiteten, om bakom glasskifvan anbringas ett nät af svärtade trådar. Vid undersökning af olika ämnens förhållande, befanns det, att kropparnes fysiska tillstånd och färg utöfva det största inflytande på intensiteten hos de ljud, som medelst dem frambringas. Ju porösare kroppen är, ju dunklare dess färg och ju större dess absorptionsförmåga, desto kraftigare är dess verkan.

En ganska vigtig iakttagelse är gjord af Tainter, nämligen att kimrök, under inflytande af intermittent ljus, undergår så betydande molekylära forändringar, att en därigenom gående elektrisk ström lider motsvarande vexlingar till sin intensitet. Kimrök kan således i detta fall ersätta selen. En fotofonisk receptor, grundad på detta förhållande, kan förfärdigas af en på ena sidan försilfrad glasskifva, där man borttagit försilfringen efter ett antal parallela långa linier, förenade i zigzag medkortare sådana, på så sätt att den försilfrade ytan delas i två från hvarandra isolerade delar, åtskilda med ett kamformadt smalt mellanrum, hvilket förses med ett öfverdrag af kimrök. En klämskruf anbringas vid hvardera af de båda försilfrade delarne, så att strömmen från en stapel kan gå tvärs igenom den smala men långa remsan af kimrök samt genom en telefon. Utsättes glasskifvan för intermittent ljus, kan man höra ett egendomligt ljud i telefonen. Till och med talet kan på detta sätt öfverföras. Gror man bruk af induktionsrulle, hvars primära tråd förenas med stapeln och den sekundära med telefonen, blifver verkan starkare. Platinasvamp kan användas i stället för kimrök.

Mercadier har egnat de i fråga varande företeelserna en omfattande undersökning och ådagalagt, att selens och kimröks radiofoniska verkan beror på de strålar, som frambringa ljusintryck och att den är störst vid den starkast lysande; delen af spektrum. När man däremot gör bruk af en receptor med direkt verkan, således utan ström och telefon, ega de värme-bringande strålarne, således de röda och de infra-röda dunkla strålarne, företrädesvis inflytande på företeelsen.

Tolfte kapitlet.

Åtskilliga tillämpningar af elektriciteten.

377. Telegrafering från i rörelse varande bantåg.

- Yi vilja bland nyare tillämpningar af elektriciteten till en början omnämna en af Edison, Gililand och Viley Smith gjord uppfinning att åstadkomma telegrafförbindelse mellan i gång varande bantåg sinsemellan och med stationen. Por detta ändamål begagnas de långs banan anbragta vanliga telegraf-linierna, hvilka i detta fall fa tjänstgöra såsom ena metallbeklädnaden till en luftkondensator, hvars andra motsvarande beklädnad bildas af de med bleck täckta taken till vagnarne, hvilka äro sinsemellan förenade med böjliga ledare. Fig. 442 visar schematiskt den för dylik telegrafering å en vagn använda inrättning. Här beteckna h, h nyssnämnda ledare, JB en induktionsrulle, T en hörtelefon. Genom induktionsrullens

sekundära ledning stå vagnstaken i ledande förbindelse med järnbansskenorna och med jorden. Vid den tråd ff, med hvilken denna förening verkstälies, finnes en derivation med en särskild kommutator A, hvarigenom induktionsrullens sekundära ledning kan kortslutas. Den primära ledningen står i samband med batteriet P, hvars ström periodiskt afbrytes medelst en

FIG. 442.

mekanisk afbrytare l, som utgöres af en roterande cylinder, mot hvars delvis ledande och oledande yta en ledande

borste b glider. Antalet afbrott är 500 i sekunden. Genom en särskild derivation och med tillhjälp af en Morses nyckel M kan man, när så Önskas, åstadkomma en kortslutning mellan af-brytarnes polskrufvar.

Äfven vid stationerna finnes en dylik inrättning. Men för att motsvara de ledande vagnstaken anordnas vid sidan af telegraflinierna en stor metallisk ledare, som på sätt ofvan visats förenas med jorden.

När man från ett bantåg] vill telegrafera till en station, sättes den å vagnen varande afbrytaren I uti verksamhet, hvarjämte derivationen till induktionsrullens sekundära ledning öppnas. Denna är eljest alltid sluten och öppnas endast, när man vill telegrafera. Induktionsströmmar alstras nu oupphörligt, hvarvid vagnstaken laddas och urladdas med elektricitet. Äfven i telegraf trådarne uppstå motsvarande laddningar och urladdningar, och i följd häraf höres en följd af ljud i telefonerna T vid de särskilda apparaterna. Härigenom väckes uppmärksamheten, och om man sedan medelst nyckeln M sänder strömmar af kortare eller längre varaktighet, svarande mot det Morseska alfabetet, kan man i telefonen genom det där uppkommande ljudet uppfatta signalerna. Så t. ex. har man från ett bantåg vid en hastighet af 40 å 50 km. i timmen och764

vid 12 m. afstånd mellan telegraftrådarna och vagnstaken kunnat obehindradt telegrafera.

Vi vilja i samband härmed nämna, att man inom telegrafien äfven vid andra tillfällen begagnat sig af hörtelefonen tör erhållande af de telegrafiska signalerna. Så t. ex inom militärtelegrafien. En annan tillämpning är vid Edisons fonoplex, hvilken i Amerika i synnerhet blifvit använd för järnvägs-dubbeltelegrafering med sluten ledning, där Morses nyckel och

relais begagnas på omvändt sätt mot de hos oss vanliga telegrafapparaterna. Fig. 443 visar den härför använd a hörtelefonen. En hästskoformig stålmag-net är anbragt i en ihålig mässingspelare. Två trådrullar äro ställda vid dess öfre del och kunna närmas till eller aflägsnas från membranet med tillhjälp af kuggstång och dref. På midten af membranet är fastsatt en liten gängad stång med mutter. En efter en generatris genomskuren stålring hvilar på membranet. Genom ringen går ett hål, tillräckligt stort

för att fritt genomsläppa stången. När membranet attraheras, drager det stången och muttern med sig, och den sistnämnda slår då mot ringen. Härigenom uppstår ett ljud, hvilket för telegraferingen begagnas. Ringens rotation bör hindras, emedan den skulle göra ljudet otydligare. En mässingsbeklädnad upptill skyddar mekanismen och förstärker ljudet.

378. Elisha Grays telautograf. - Man har vid flera tillfällen anställt försök för att på elektrisk väg öfverföra en handskrift, en teckning o. d. från ett ställe till ett annat. Sådana autografiska telegrafer äro uppfunna af Caselli, Mayer m. fl., men ehuru det svåra problemet kan sägas vara löst från teknisk synpunkt, har det dock skett under sådana förhållanden, att man icke funnit sig föranlåten att definitivt

FIG. 443.ELISHA GRAYS TELAUTOGRAF.

antaga dylika apparater inom den praktiska telegrafien. Nyligen har amerikanaren Gray, hvilkens uppfinningar inom telefonien vi förut (§ 348) omtalat, framträdt med en ny apparat i samma väg. Denna, som mycket lofordats, men hvars praktiska värde ännu icke är tillräckligt pröfvadt, är i alla händelser förtjänt af uppmärksamhet, och vi skola därför här redogöra för det vigtigaste af dess konstruktion. Två lika apparater användas, en å den mottagande och en å den afsändande stationen. De äro förenade med tre ledningar. Fig. 444 antyder schematiskt en af dessa apparater. Två mjuka snören

A, J5, hvilka äro upplindade kring trummorna C, D, äro fästa vid en ring O, uti hvilken vid den afsändande stationen ett skrif- eller ritstift införes. Genom vigter hållas snörena ständigt spända.

När stiftet föres öfver papperet och en teckning eller skrift verkställes, angifva de vertikala höjder, som vigterna förflyttas, polar-koordinaternas förändring, och om dessa registreras, kan man sedermera återgifva den väg, som

stiftet har genom-lupit, och således äfven teckningen eller skriften. För den skull har man på hvardera af axlarna till trummorna C, D en cylindrisk kollektor, mot hvilken glider en borste, som är

förenad med en af de tre ledningarna, samt två galvaniska batterier, det ena med dubbelt så stor elektromotorisk kraft som det andra. Dessa äro anbragta i motsatta riktningar vid den nyssnämnda ledningens båda ändar och äro på så sätt förenade med apparaten, att det starkaste af dem kommer medelst kollektorn, som vrider sig nnder inverkan af vigterna vid stiftets rörelse, ömsevis i eller ur det svagare batteriets strömkrets. Till följd häraf erhållas uti ledningen strömmar af vexlande riktning, hvilka motsvara stiftets förflyttning. Vid mottagande stationen sättes genom dem två stänger JI och IK medelst en mekanism i en fram- och tillbakagående rörelse. Dessa båda stänger äro genom en led förenade vid J, och ett därstädes anbragdt stift utför samma skrift eller teckning vid den mottagande som det vid O varande stiftet vid den afsändande stationen.

Af de tre ledningarna förenas de två såsom nyss nämndes med kollektorerna, hvaremot den tredje tjänar till att på så sätt förena O och J vid de båda stationerna, att när O upplyftes, äfven I höjes, så att icke något streck då drages på papperet, t. ex. när man öfvergår från ett ord till annat. Den skifva, som uppbär papperet vid O sluter den tredje ledningen, när stiftet lätt tryckes däremot, och den ström, som då kommer i verksamhet, genomgår en elektromagnet vid J, hvarför båda stiften äfven beskrifva samma rörelser uppåt och nedåt. Vid den mottagande apparaten består stiftet af ett fint glasrör, liknande det man begagnar vid W. Thomsons siphonrecorder, men vid den afsändande apparaten kan en vanlig blyertspenna användas. Med denna utföres skriften eller teckningen på vanligt papper. Det uppgifves, att man sålunda kan telegrafera ända till 35 ord per minut. När pennan kommit till papperets nedra del, upprullas detta automatiskt på en rulle, och ett nytt rent blad framkommer; på samma sätt vid mottagande stationen.

Grays telautograf skulle kunna vara en medtäflare till såväl telefonen som telegrafen. För det förstnämnda ändamålet är den dock for invecklad och kostsam för att annat än undantagsvis kunna komma i bruk. Hvad värde den eger för telegrafien får framtiden utvisa.

379. Teletermometern. - Man benämner så en apparat, afsedd att på elektrisk väg iakttaga temperaturvariationer på större afstånd. Vi anföra här exempelvis en af Closset i Bruxelles uppfunnen apparat af detta slag, som vid en teater i nämnda stad begagnas vid uppvärmnings- och ventilationsinrättningen. Den friska luften införes vid denna teater genom mekanisk inpressning, den skämda luften aflägsnas dels genom

afloppskanaler i närheten af de särskilda logeraderna och dels genom öppningen för ljuskronan. Regleringen häraf verkställer en tjänsteman, hvilken å sin kontrollbyrå i teaterbyggnaden har en visaretafla, som står i samband med termometrar, angifvande temperaturen i de särskilda delarne af teatern. Huru dessa termometrar äro inrättade framgår af figg. 445 och 446. De utgöras af en dosa 16,5 cm. i diameter och 7,5 cm. hög, innehållande tre olika afdelningar. I den främre af dessa finnes en nål A, som är rörlig kring en axel X och hvars öfre ända är rörlig å en skifva, graderad mellan 0° och 30°. Mellersta afdelningen innehåller en spiral S af zink och stål,

FIG. 446.

hvilka metaller äro hoplödda, samt därunder en elektromagnet E med två trådrullar, hvilkas järnkärnor äro förlängda med armaturerna j). Dessa tjäna såsom ledare för ankaret/, hvilket upptill vid F slutar i gaffelform. Undra delen af / drages af en spiralfjäder h, hvars spänning regleras medelst skrufven v. En annan fläder r sträfvar att aflägsna / från elektromagnetens poler. Hela denna afdelning är omgifven med en genomborrad kopparplåt, som lämnar luften fritt genomlopp. Vid den bortersta afdelningen till termometern ingår änden af .axeln X, på hvilken en muff M sitter. Dennas venstra del ingår i gaffeln Fy hvaremot dess högra del uppbär en nål J, som medföres af den på X fästa stången T samtidigt med den i främre afdelningen rörliga visaren A. När muffen M förskjutes

från venster till höger, kommer änden af nålen l i beröring med ett isoleradt cirkelsegment G7 hvilket är hopsatt af från hvarandra isolerade kopparskifvor, anbragta i gradstreckens riktningar, samt hvar och en förenad med en särskild till visaretaflan gående ledningstråd.

Visaretaflan, hvars inrättning fig. 447 åskådliggör, har sex magnetnålar L19 L2 ... L6, hvilka äro rörliga kring axlar, anbragta öfver trådrullarne l, 2...6. Dessa nålar hafva upptill en liten skifva och nedtill en motvigt, som sträfvar att qvarhålla dem i deras normala lägen. Häröfver finnes en andra tafla med sex af glasskifvor täckta öppningar på så sätt, att

FIG. 447.

FIG. 448.

magnetnålarnes skifvor med deras svarta punkter blifva synliga. Antalet grader angifves öfver hvar och en af dessa öppningar på sätt synes af fig. 447.

Denna visaretafla äfvensom den af åtta Leclanchés element sammansatta stapeln är arbragt i kontrollbyrån. Genom tryckning på en knapp K förenas stapeln med termometern och visaretaflan såsom fig. 448 antyder. Strömmen (antydd genom en pil) genomgår elektromagneten E, hvarvid ankaret / attraheras och gaffeln F förskjuter muffen M och nålen J, hvars öfre del då kommer i beröring med segmentet C (fig. 446). Härigenom åstadkommes ledande förbindelse mellan motsvarande del af C och axeln X, hvilken genom tråden x är förenad

med stapeln. Antag t. ex. att termometern visar något gradtal mellan 10° och 20°. Den med två pilar antydda strömmen .går då genom tråden l till trådrullen l å visaretaflan och därifrån till stapelns negativa pol. Tråden x tjänar då för två olika strömmar och ersätter två särskilda ledningar. Under inverkan af den ström, som går genom trådrullen l, visar sig den på L± fästa skifvan framför glaset, och man ser då genast att temperaturen är mellan 10° och 20°. När man icke längre trycker på knappen K, återtager magnetnålen sin ursprungliga ställning.

På samma sätt kan man i kontrollbyrån iakttaga temperaturerna 21°, 22°, 23°, 24° äfvensom 25°-30°.

Regleringen af zink-stålspiralen S sker med tillhjälp af skrufven s och häfstången l (fig. 448) och genom jämförelse med en vanlig termometer.

Vid teatern i Bruxelles finnas nio dylika apparater i verksamhet.

Yi anföra denna apparat endast såsom ett exempel på de många likartade, som man inom tekniken begagnar för dylika ändamål.

38O. Magnetiska separatorer. - En tillämpning af magnetismen och i synnerhet af elektromagnetismen, som de senare åren erhållit ganska stor praktisk betydelse, är för att skilja stycken af järn eller andra magnetiska ämnen från omagnetiska inblandningar. Särskildt för järnhandteringen hafva de magnetiska separatorerna blifvit af stort värde för anrikning af järnmalm, men man har äfven med fördel användt dem för att befria galmeja och blende för i dem inblandade järnoxid-hydrat och järnkarbonatmalmer, äfvensom tennmalm från arsenik-kis m. m. Vi kunna här blott i korthet omnämna några få bland det ganska stora antal olika slag af dylika maskiner, som blifvit utförda, och hvaraf åtskilliga i Sverige blifvit patenterade.

Den i vårt land förnämligast använda maskin af detta slag är uppfunnen af Jonas Wenström, och den begagnas för sofring af järnmalm vid flera svenska grufvor, sålunda vid Stora Slotterbergsgrufvan sedan år 1884, äfvensom vid Dannemora, Kanntorps med flera gruffält. *) Denna separator har tillverkats i fyra olika typer med afseende å storleken. Figg. 449 och 450 visa dess anordning sådan den konstrueras för sofring af s. k. varp med gröfre kornstorlek. A är en orörlig elektromagnet, hvilken med två excentriska tappar J5 är fäst vid

*) Se härom en afhandling af professor G. Nordeoström i Järnkontorets Annaler, 1892.

hylsorna G, C på hänglagren D, D. Elektroniagneten utgöres af en järncylinder med skifformiga flänsar E, J? jämte de mellan dem upplindade trådspolarne F, F. Den genom dessa frän en dynamomaskin kommande strömmen, hvilken inledes genom tapparne J5, framkallar magnetisk polaritet vid N, -S & yttersta kanterna till flänsarne. Omkring elektromagneten Ä roterar en trumma Gr på tapparne B, hvarvid den styres af näfven H och bottnarna J J. Trumman utgöres af ett antal parallela järnstänger K med mellanlagda trästänger i, sammanhållna af metallringar M. Malmen, som skall underkastas separation, nedfaller vid O på trumman och medföljer under hennes rotation. De omagnetiska beståndsdelarne bortfalla vid

FIG. 449.

FIG. 450.

P, under det att den magnetiska delen attraheras af järnstängerna K, så länge dessa bibehålla sin magnetism, nämligen till andra sidan å skiljotungan Q. Förändringen i magnetismen hos K sker genom att dessa, med framsprang på insidan mot magnetpolerna N, S försedda stänger gå helt nära intill polerna vid de ställen, där magnetismen framkallas, men aflägsna sig därifrån, då magnetismen bör upphöra. lapparnes excentriska läge föranleder detta. Hvarannan stång har framsprang mot norra, hvarannan mot södra magnetpolen, så att vid trummans utsida, där malmen upptages, omvexlande poler erhållas, i följd hvaraf äfven större malm bitar, hvilka eljest endast med svårighet qvarhöllos, kraftigt medföras och separeras.

En annan svensk separator härrör af J. G. Landström i Granefors, Karlshamn. Därmed afses att anrika malmer i fint fördeladt tillstånd, vare sig att malmen till sin naturliga beskaffenhet är magnetisk, t. ex. magnetkis, eller genom oxidering kan bringas i magnetiskt tillstånd, t. ex. kopparkis, äfvensom att särskilja malmer af olika stark magnetisk beskaffenhet, samt

slutligen att skilja malm i beståndsdelar af olika halt. Separatorn utgöres af två snedt öfver hvarandra lagrade af roterande borstar åverkade valsar, hvilka vid sin omkrets äro försedda med permanenta magneter. Dessa äro fastsatta i rader å valsarne och omgifna af cement samt hvarje rad åtskild medelst en mellanvägg af plåt eller trä. Den undre valsens magneter äro starkare än den öfres, på det att malmen må från ett såll nedfalla på den öfre valsen, där en del uppfångas, under det att resten nedfaller på den undre valsen, som uppfångar den däri befintliga fyndiga malmen, hvilken sedermera bortskaffas därifrån af dess borste. *)

G. Corikling i Ne w-York har uppfunnit åtskilliga elektromagnetiska separatorer. En af dessa består hufvudsakligen af två öfver hvarandra anordnade och i vinkel mot hvarandra löpande ändlösa band, hvaraf det ena frammatar materialet under det att det andra, inom hvilket magnetiserade stålplåtar anbringas, bortför de magnetiska beståndsdelarna **) - Vid en annan apparat låter man en vattenström, hvaruti den finfördelade järnmalmen uppslammats, rinna ned förbi en fast magnet, som attraherar de magnetiska små järnmalmstyckena, och dessa föras uppåt medelst ett transportband, under det att vattnet bortför de icke magnetiska delarne. ***)

Jaspars elektromagnetiska sorteringsapparat utgöres af två parallela bredvid hvarandra liggande järncylindrar, hvilkas axeltappar rotera i två med axellagren förenade järnrullar, på hvilka rullar isolerade koppartrådar äro upplindade. Genom dessa gå elektriska strömmar i sådan riktning, att de båda cy-lindrarne erhålla motsatt magnetisk polaritet. Cylindrarnes mot hvarandra vända sidor blifva härigenom starkast magnetiska, och då det ämne, som skall sorteras, far falla mellan dem, nedsjunka de icke magnetiska delarne, hvaremot de mera magnetiska delarne häfta vid cylindrarne och medfölja dessa vid rotationen, hvilken sker i riktning uppåt vid cylindrarnes mot hvarandra vända ytor. Medelst zinkkratsar, som beröra cylindrarnes yttersidor, bortskrapas dessa magnetiska delar, f

Yi anföra slutligen AtMnson-Elliots separator såsom exempel å de maskiner, hvilka äro afsedda att bortskaffa föremål af järn, t. ex. bultar, spik, hästskor o. s. v., från ämnen, t. ex. ben, hvilka skola genomgå krossningsapparater, så att icke dessa skadas af de hårda föremålen. Svårigheten, som man i detta fall har att öfvervinna, består dels uti de stora dimen-

*) Se vidare: Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, N:o 1025.

**) » » » » » » » N:o 1608.

***) » » » » » » » N:o 2186

och 2800. .J*) » » » » » » » N:o 912.772 ÅTSKILLIGA TILLÄMPNINGAR AF ELEKTRICITETEN.

sionerna och ojämna formerna hos det bearbetade materialet och dels däruti, att järnstyckena ofta äro fastsittande vid benen, så att det icke är tillräckligt med en en enda operation for att försäkra sig om deras borttagande. Maskinen innehåller en liggande trumma i form af en stympad kon, hvilken vid den inre ytan är försedd med tio elektromagneter. De närgränsande polerna af dessa äro motsatta hvarandra. Massan, som underkastas separation, skakas och införes i trummans smalare del. Trumman sättes i rotation, genom de fyra trissor, hvarpå hon hvilar, och beskrifver 10 å 15 hvarf under det att massan nedsjunker till den vidare delen, hvarest den bortföres. Härunder har den ett stort antal gånger kommit i beröring med elektromagneterna. Dessa magnetiseras endast under det att de beskrifva den nedre hälften af ett hvarf. Järnstyckena, hvilka genom skakningen frigjorts från benstyckena, fastna och upplyftas med elektromagneterna, men nedfalla sedan i ett särskildt kärl. - Denna maskin, som förevisats vid en landtbruks-utställning i England, arbetar mycket väl.

381. Magnetiska adhesonsapparater. - Man har

vid åtskilliga tillfällen med fördel användt den adhesion, som eger rum mellan en magnet och järn, för tekniska ändamål, t. ex. vid järnstyckens förflyttning och fasthållning (se § 290). Någon vidsträcktare tillämpning har dock icke detta hjälpmedel erhållit. Men nyligen har en fransman A. de Bovet, verkställande direktör vid ett bolag för fartygs bogsering å Seine och Oise, begagnat sig däraf under förhållanden, hvilka lofva att framdeles gifva den magnetiska adhesionen stor praktisk betydelse. Vi skola redogöra för dessa nya tillämpningar.

Den första af dessa afsåg fortskaffande af fartyg medelst en kedja, sådan som ofvannämnda bolag använder mellan Paris och Rouen vid Seineflodens botten. Vid de äldre anordningarna härför erfordrades att en stor längd af kedjan användes ombord för adhesion. Tör att förminska den erforderliga längden togs elektromagnetismens hjälp i anspråk. Till en början försökte man begagna små gjutjärnstrissor, men sedermera hjul af mjukt stål, som magnetiserades med en inuti anbragt trådspiral och där bogseringskedjan sluter den magnetiska ledningen. Erfarenheten har ådagalagt, att om hjulets diameter är 2 m. och kedjan omfattar två tredjedelar af dess omkrets, erhålles en verkan motsvarande den som fås vid vanliga släta hjul med l m. diameter, där kedjan omsluter en båge af 5 n eller 6 n.

En annan af de tillämpningar de Bovet gjort af den magnetiska adhesionen är vid kopplingar. Fig. 451 visar en anordning af detta slag. A A är en rund skifva af gjutet eller smidt järn, vid hvars omkrets en ränna finnes och i denna är tråd-MAGNETISKA ADHESIONSAPPARATEB.

773

FIG. 451.

spiralen BB inlagd. Ledningstrådarne därifrån sluta med ringar a, 6, mot hvilka glida borstar, sådana som vid dynamomaskiner. Skifvan A är anbragt på den ena af de båda axlarne, som skola hopkopplas, och en annan järnskifva FF på den andra axeln. När en tillräckligt stark elektrisk ström genomgår trådspiralen, blifver A A en stark magnet, hvilken attraherar FF och trycker dess kilformiga krans mot det på motsvarande sätt formade polstycket c d, cd till A A. Köreisen längs axeln begränsas härvid af ringarne m och n samt fjädrarne s. Det har visat sig vid försök, att om motståndet vid hopkopplingen är för stort A A glider, men likväl qvarhåller FF. Man kan därför skydda de med FF förenade maskindelar, såsom kedjor, kugghjul etc., om man blott reglerar strömmen så att den erforderliga maximi-effekten icke ötverskrides. Vore kontaktytorna mellan A A och FF plana, skulle vid för stort motstånd icke glidning utan aflägsnande ega rum mellan dem, och detta skulle kunna medföra allvarliga olägenheter. Den magnetiska kopplingen kan användas äfven för mycket stor effekt. För 400 å 500 hästkrafter och vanlig hastighet erfordras l m. diameter hos skifvorna.

Slutligen nämna vi de magnetiska vagnsbromsarne, hvilka särskildt f Or järnvägsvagnar torde blifva af betydelse,

då de förena fördelarne af ringa kostnad och ringa arbetsförbrukning med lätthet att anbringa å vagnarne. De Bovet har konstruerat flera sådana apparater, och vid de flesta af dem sättes bromsen icke vid de nyssnämnda hjulens omkrets, utan vid omkretsen till ett på hjulaxeln fäst särskildt hjul (se fig. 452). Detta har utomkring den ränna, som upptager trådspiralen, en yttre ränna med kilformig tvärskärning, i hvilken bromsskorna ff ingå. Dessa äro fästa vid ett stålband, hvars spänning i normalt tillstånd håller det på ett litet afstånd från hjulet. Bandet är fast vid vagnsställningen och omfattar 180° å 270° allt efter vagnens beskaffenhet. När en ström genomgår trådspiralen, magnetiseras hjulet och attraherar skorna med en kraft, som naturligtvis beror på strömstyrkan. Enär det är slutna magnetiska ledningar, som begagnas vid de nu beskrifna bromsarne, är den elektriska energi, som vid dem tages i anspråk, ganska

ElG. 452.

r

ringa. Några få accumulatorer äro därför tillräckliga. De särskilda bromshjulen äro ställda i derivation från hufvudled-ningen.

382. Elektriska ugnar. - Eedan Davy gjorde försök att i den elektriska ljusbågen smälta åtskilliga svårsmälta ämnen, och efter honom äro många vetenskapliga undersökningar gjorda i samma riktning. Särskildt må nämnas Joules undersökningar. Denne anbragte trådar af den metall, som skulle smältas, uti ett glasrör, hvilket för öfrigt fylldes med träkol eller någon annan dålig ledare för värmet och elektriciteten. Från den galvaniska stapeln fördes ledningstrådarne till ändarne af den tråd man ville undersöka, hvilken på så sätt upphettades vid strömmens genomgång. Joule fann, att den dubbla öfvergången från värme till elektricitet i elektricitetskällan och från elektricitet till värme under smältningen icke vore allt för kostsam, utan mycket väl borde kunna tillämpas inom industrien.

Den förste, som för industriela ändamål gjorde bruk af elektriciteten såsom värmekälla, var C. W. Siemens i London. Vid elektricitetsutställningen i Paris år 1881 förevisade denne uppfinnare sin elektriska ugn. Denna sådan den begagnades för smältning af järn och platina utgöres af en vanlig degel af grafit eller annat svårsmält ämne, hvilken anbringas i ett metallkärl, som för öfrigt fylles med träkol. Degelns botten är genomborrad för att lämna plats för en stång af järn, platina eller kol, sådant som för elektrisk belysning användes. Äfvenså är degelns lock genomborradt för en gröfre kolstång, som är upphängd medelst en koppartråd vid ena änden af en liten balans. Elektricitetskällans positiva pol är förenad med den undre och dess negativa pol med öfre stången. Ljusbågen alstras uti degeln mellan stängernas ändar, och dess längd regleras med tillhjälp af en anordning i viss mån liknande den vid difierentiallampan. Por den skull uppbär den nyss-

nämnda balansens ena ände ett rör af mjukt järn, som nedifrån indrages i en solenoid af vid pass 50 ohm motstånd. - Ena änden af sölenoiden är förenad med den positiva och den andra med den negativa polen af ljusbågen. När dennas motstånd växer, går en större del af strömmen genom solenoiden, hvarvid cylindern höjes och öfre stången sänkes. Genom en motvigt å balansens ena arm upplyftes den öfre stången, när hon kommer för nära den undre stången. Uti degeln anbringas de ämnen, som skola smältas. Men för att detta skall ske regelbundet erfordras att en automatisk reglering eger rum, såsom nyss nämndes, samt att den positiva polen till ljusbågen bildas af samma slags metall som den, hvilken skall bringas i flytande form. I själfva verket är det vid den positiva polen värmet företrädesvis utvecklas, och smältningen af det ämne, hvaraf denna pol är bildad, sker till och med förr än degeln blifvit upphettad till samma temperatur. Yid smältning af icke ledande ämnen måste den positiva polen bildas af smält platina eller af iridium eller ock af en grafitdegel. Till en början erfordras visserligen någon tid för att i degeln skall uppstå en tillräckligt hög temperatur, men sedan sker värmeutvecklingen med förvånande hastighet. Gör man bruk af dynamomaskiner, i tstånd att lämna en ström af vid pass 7 ampere med 7 hästkrafter, motsvarande en ljusbåge af 12,000 normalljus, kan nian på en fjerdedels timme upphetta en degel af 20 em. höjd till hvitglödning och därefter^ likaledes på en fjärdedels timme, smälta 2 kg. stål.

Vi skola nu beskrifva den af E. H. och A* H. Cowles, Cleveland, Ohio, uppfunna metoden att smälta malmer genom elektricitet. Uppfinnarne utgå därifrån, att då man försöker göra en sådan smältning genom att införa mineralet i ljusbågen, så uppstår, då det gäller långa och ihållande smältnings-processer, svårighet dels för ljusbågens reglering, dels för åstadkommande af ett konstant motstånd, hvarjämte den utvecklade starka hettan är inskränkt till ett allt för litet rum. För att undvika dessa olägenheter blandas ett kornigt ämne med stor motståndsförmåga och ringa ledningsförmåga, helst kol sådant det för båglampor begagnas, omsorgsfullt med de i krossad t tillstånd befintliga malmerna, och denna blandning införes i retorter, från hvilka luften aflägsnas. Ledes nu en så stark elektrisk ström genom hela massan, att kolen blifva hvitglödande, meddela dessa värmet likformigt till densamma. Malmen smälter och i vissa fall öfvergår till och med metallen i ångform, så t. ex. zink.

Fig. 453 visar i vertikal tvärskärning Cowles elektriska ugn sådan den användes för reduktion af zinkmalmer. J. är «n cylindrisk retort af lera eller något annat oledande ämne.776

Den är omgifven med en dålig värmeledare S och slutes baktill med en kolskifva C, som står i förbindelse med den positiva polen. Vid andra änden af retorten är insatt en sluten grafitdegel jD, hvari hålet d är uttaget. Denna degel tjänar såsom elektrod och förenas med den negativa polen. Uti retorten inpackas blandningen af malm och kol, hvarefter strömmen^

FIG. 4 5 a.

föres därigenom. De utvecklade zinkångorna gå genom hålet d in i degeln D, där de kondenseras. Genom röret E står degeln i förbindelse med yttre luften. Reduktionen af zinken främjas genom att den elektriska strömmen å de utvecklade ångorna föranleder en sönderdelning, lika som vid en lösning skulle vara förhållandet.

För icke flygtiga metaller begagnas en ugn sådan fig. 454 visar. Sidoväggarna i denna ugn byggas af eldfast tegel; de kunna göras ganska tunna. Genom ändväggarna gå stänger

Jf1, M1, vid hvilka kolskifvorna M, M äro fasta. Rummet mellan skifvorna och ändväggarna är fylldt med pulvriseradt träkol. Upptill är ugnen sluten med ett tak af eldfast lera, iELEKTRISKA TJGNAB. 777

hvilket flera lufthål n, n äro uttagna. Eummet mellan de båda kolskifvorna utgör den verksamma delen af ugnen. I bottnen och på sidorna är denna fylld med pulvriseradt träkol eller annat för värme och elektricitet oledande ämne. Mellan skifvorna kommer blandningen af kolstycken och rostad malm och ofvanpå denna ett lager af krossade kol med kolstybb öfverst. Kolstybben skyddar ugnens väggar, bildar ett isolerande lager kring malmen och hindrar luftens tillträde till skifvorna, så att dessa blifva varaktigare. Por att åstadkomma större kontaktyta, kan kol-malm-blandningen inläggas på sådant sätt, att lagret» tjocklek successivt tilltager i tjocklek från ugnens midt till kolskifvorna. När strömmen slutes, kommer kolet i glödning och malmen smälter. De utvecklade gaserna bortgå då genom hålen n, n och brinna med lysande låga. *)

Cowles elektriska ugn användes äfven for tillverkning af aluminiumbrons. Vi hafva förut (se påg. 242) omtalat en stor dynamomaskin af Brushs system, som för detta ändamål användes, och vi anföra här ytterligare några försök med denna ugn och maskin. I ugnen, hvars väggar hade 23 cm. tjocklek och hvars inre dimensioner voro 1,5 m., 0,3 m. och 0,3 m., infördes 30 kg. koppar, 30 kg. alurainiumoxid samt 15 kg. träkol och alltsammans betäcktes med en blandning af kolstybb och kalk. Till en början sändes en ström af 2,000 ampere genom ugnen, sedan aflägsna des småningom kolelektroderna och strömmen uppdrefs till 2,400 ampere. Dynamo-maskinen lämnade då 380 hästkrafter och gjorde 420 hvarf i minuten. Efter två timmars förlopp var operationen fullbordad. Produkten visade sig som en smält massa, på hvars yta slagg och kol flöto. Den bildade legeringen innehåller oftast mer än 10 proc. aluminium, och den omsmältes därför med en tillräcklig mängd koppar, på det att nämnda halt icke må öfverskridas.

Vid Cowles ugn eger icke någon elektrolytisk verkan rum i motsats till hvad förhållandet är med de ugnar för aluminiumframställning, hvilka vi i § 343 beskrifvit. De kunna begagnas för de processer, som erfordra mycket höga temperaturer, således äfven för reduktion af åtskilliga oxider till metaller, t. ex. magnesium, kalcium,

barium, kisel, mangan o. s. v. En annan tillämpning däraf är för tillverkning af fosfor. Read-man, Parker och Hobinson ha på detta sätt behandlat mineral-fosfater utan svafvelsyra.

Flera andra ugnar, än de nu beskrifna, äro uppfunna. Så t. ex. af W. Wenström och J. Wenström, hvilka upphetta föremålen medelst värmestrålning från ljusbågen uti ugn, som

*) Om Cowles ugn se vidare: Beskrifningar offentliggjorda af Kongl. Patentbyrån, N:o 651 och 797.778

kan hållas tillsluten och i hvilken de upphettade föremålen under processen äro skyddade från kemisk inverkan af den elektriska strömmen. *) - Nyligen har man i Frankrike med stor framgång gjort bruk af elektriska ugnar för laboratoriearbeten af olika slag. Sålunda har Moissan på detta sätt framställt diamanter, kristalliserad kalk o. s. v., lätt reducerat oxider af kobolt, uran, krom m. m. samt beredt åtskilliga föreningar. Dän ugn, som Moissan härför använder, utgöres helt enkelt af två urholkade kalkskifvor, af hvilka den undre skifvan tillika har fördjupningar för de horisontala kolstängernas införande.

En ännu nyare af Moissan och Violle härrörande ugn, hvilken särskildt är afsedd för smältning af mycket svårsmälta ämnen, t. ex. krom och mangan, utgöres af ett rör af kol (se

FIG. 455.

fig. 455), som står på en skifva af samma ämne och upptill tillslutes med en dylik skifva. De båda kols tängerna, mellan hvilka ljusbågen alstras, ingå i ugnen genom utskärningar å sidorna. Röret omslutes af ett kalkblock, men mellan båda finnes ett 5 mm. tjockt luftlager, och rörets bas hvilar på magnesiaunderlag. Alla delar af kol äro af sä rent material som möjligt, samt beredas af retortkolpulver och stenkolstjära. Vid strömstyrka mellan 300 och 500 ampere begagnas kolrör af 65 mm. diameter och lock, 4 å 5 mm. tjockt. Kolstängerna hafva 30 å 35 mm. diameter. Anordningen i öfrigt framgår af figuren. **)

*) Se vidare: Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, N:o 237 och 948.

**) Violle fann ljusbågens högsta temperatur vara 3500° (jämför g]210)

Vi böra äfven anföra bland de nya elektriska laboratorie-ugnarne de af Ducretet och Lejeune i Paris konstruerade ugnarne. Dessa äro af flera olika slag. Vi omnämna särskildt en ugn, hvilken är särdeles användbar, emedan den medgifver, att med en ström af 12 å 40 ampere och 55 volt mellan pol-skrufvarne utföra alla de laboratoriearbeten, som erfordra en hög temperatur. Ugnen innehåller en degel af kol, grafit, magnesia eller kalk. Dess botten är rörlig, så att degeln lätt kan inställas. Båda elektroderna äro af kol, ställda i V-form mot hvarandra, så att ljusbågen kommer öfver degeln. Men bågen förvandlas till en aflång låga, som riktas nedåt mot det i degeln varande ämnet man bearbetar, genom att en stark stålmagnet anbringas vid sidan af ugnen.

Man har börjat de senaste åren att alltmera göra bruk af elektriciteten för uppvärmning, och man kan äfven med fördel vid flera andra tillfällen än de redan omtalade begagna den för detta ändamål. I allmänhet och för de vanliga behofven skulle det visserligen blifva mycket för kostsamt, att vilja t. ex. med den från en centralstation erhållna elektriska strömmen frambringa värme, men under särskilda förhållanden och i synnerhet då det gäller små värmemängder, hvilka blott tid efter annan påkallas, samt då det är af vigt att icke rök, smuts eller lukt uppstår, kan man draga verklig nytta af detta upp-värmningssätt. Vanligtvis begagnas härvid det värme, som utvecklas vid strömmens gång genom ett motstånd, men stundom äfven den elektriska ljusbågen allt efter de omständigheter, hvarunder värmet erfordras.

383. Elektrisk lödning efter E. Thomsons metod.

- En särskildt vigtig tillämpning af den värmeutveckling den elektriska strömmen alstrar, när den har att Öfvervinna ett motstånd, är vid lödning. Vi skola till en början beskrifva den uppfinning Elihu Thomson i detta hänseende gjort och hvilken redan i Norra Amerika vunnit betydande tillämpningar, särskildt vid Thomson-

Houston-bolagets verkstäder, där alla lödningar mellan koppar- och järntrådar så verkställas. Principen för Thomsons metod är följande: En vexelströmmaskin förenas genom en reostat och en afbrytare med den primära ledningen till ett slags transformator, hvars sekundära ledning utgöres af några hvarf grof tråd med ytterst ringa motstånd. Härigenom förvandlas strömmen i en starkare ström med svagare potential. Ändarne af nämnda tråd äro förenade med ett par metallstycken, medelst hvilka man hastigt kan trycka mot hvarandra ändarne af de båda trådar, som skola hoplödas. Vid den inducerade strömmens genomgång smälta dessa trådändar och bilda en fog, som är fullständigt lika beskaffad med trådarne,780

i fall båda dessa äro af samma ämne. Sålunda lödas koppar,, mässing, järn, tenn, nysilfver, äfvensom nysilfver med järn eller stål, mässing med järn o. s. v. Man har lödt 12 mm. grofva kopparcylindrar, men detta erfordrade en ström af vid pass 20,000 ampere. Medelst en sådan ström kan man löda järnstänger af 25 mm. diameter. De finaste trådar, som på dylikt sätt blifva lödda, hafva 0,25 mm. diameter. Samma metod har tillämpats för lödning af rör utaf järn, mässing, koppar och bly.

Fig. 456 visar anordningen af en sådan lödningsapparat jämte tillhörande transformator. Por dennas drifvande begagnar

FIG. 456.

en 20 hästars vexelströmmaskin med 1,800 hvarf, hvilken lämnar 20 ampere och 600 volt. Denna ström förvandlas i transformatorn till att motsvara l volt och 12,000 ampere. Man kan äfven göra bruk af accumulatorer för erhållande af den er-LÖDNING EFTEK BERNARDOS OCH OLSZEWSKIS METOD. 781

forderliga betydande strömstyrkan, men uppfinnaren föredrager transformatorer för detta ändamål.

Yid lödningen går man till väga på följande sätt: De stycken, som skola med hvarandra förenas, rengöras, hopföras och fastsättas i de för ändamålet afsedda metallstyckena. Om smältpunkten är hög, anbringas borax på fogen, men på bly, zink och andra lättsmälta metaller zinkklorid, harts etc. Strömmen genomsläppes, ändarne af de båda trådarne blifva röda, sedan hvitglödande och de hoplödas i det ögonblick smältpunkten uppnås. Strömmen afbrytes och de hoplödda delarne uttagas ur apparaten genom att skrufvarne lösgöras. När olika grofva trådar förenas, får man förminska den gröfres diameter vid fogen till likhet med den smalare trådens.

Den dynamomaskin, hvaraf Thomson begagnat sig för frambringande af de behöfliga strömmarne, liknar till utseendet Edison-Hopkinsons bekanta maskin (fig. 130, påg. 229). Denna lämnar dels en likriktad ström för elektromagneterna och hvilken på vanligt sätt uppsamlas med två borstar, och dels en vexelström, som användes för lödningen. För den skull finnes på maskinaxeln, förutom kollektorn, två isolerade ringar, hvilka stå i förbindelse med två diametralt motsatta lameller af kollektorn. Medelst ett annat borstpar upptagas de sålunda frambragta strömmar, hvilkas period motsvara den tid induktorn behöfver för att beskrifva ett hvarf.

Bland de tillämpningar, som Thomsons lödningsmetod erhållit, må nämnas för tillverkningen af stora projektiler till Förenta staternas krigsförvaltning. Det har härvid visat sig, att man kan löda smidt och fasoneradt järn såväl med gjutstål som med gjutjärn. Man kan sålunda erhålla projektiler till mindre kostnad och med samma fördelar som om de vore af smidt järn eller stål. Äfven för andra ändamål inom vapentillverkningen har den elektriska lödningen med framgång blifvit använd. *)

I Belgien har en modifikation af Thomsons metod vunnit tillämpning.

384. Elektrisk lödning efter Bernardos och Olszewskis metod. - Helt olika den nu beskrifna metoden och såsom det synes af ännu större praktiskt värde är den lödningsmetod, som af Bernardos och Olszewski i St. Petersburg uppfunnits. Yid denna begagnas nämligen den elektriska ljusbågen och på det sätt, att vanligen den positiva polen hos elektricitetskällan bringas i samband med en kolspets och den

*) Om åtskilliga andra tillämpningar, se Beskrifningar offentliggjorda af Kongl. Patentbyrån, N:o 3570, 3634, 3637, 3648, 4020 o. s. v.782

negativa polen i förbindelse med metallen. Härvid upphettas denna så starkt, att den smälter. Sådan är principen för i fråga varande metod, hvilken blifvit använd för hop Vällning af såväl gjutet som smidt järn och stål, äfvensom för andra metaller, t. ex. koppar, zink, tenn och bly sinsemellan eller med järn. Sönderslagna föremål af gjutjärn hafva sålunda lagats. Vattenledningsrör hafva ände mot ände förenats på så sätt, hvarigenom man erhållit långa ledningar i ett enda stycke. Otäta ångpannor hafva på kort tid lagats. Man har vid ändarne af gjutjärnsaxlar fastlödt ståltappar för lagergångarne. Dessutom är metoden användbar för att anbringa en beklädnad af metall på en annan för förstärkning, skydd eller prydnad äfvensom för att dela föremål af metall i två eller flere delar eller att uttaga hål i metalliska föremål eller att fylla sprickor, blåsor och hål på sådana.

De för bearbetning af metaller för dessa ändamål använda apparater äro af olika slag allt efter arten af det arbete som afses. I sin enklaste form utgöres apparaten af ett trähandtag, försedt med en klämskruf för den ena ledningstrådens upptagande samt förenadt genom ett gångjärn med en hylsa, i hvilken kolspetsen är anbragt, så att den kan gifvas de lutningar som önskas. Den andra ledningstråden förenas antingen direkt eller ock med en kontaktskifva, som bildar ett arbetsbord, hvarpå man lägger det föremål, som skall behandlas, och hvilket är försedt med ett isolerande stativ och en klämskruf för ledningstrådens upptagande.

FIG. 457.

Fig. 457 visar i sidoritning en enkel apparat, som användes för att vid vissa punkter förena två metallstycken. Den är anbragt på ett stativ och försedd med hafstång för att föra

kolspetsen till det ställe, där ljusbågen skall alstras. Den härtill erforderliga rörelsen uppstår genom att man trycker på häfstången. Bågen af brytes så snart häfstången går tillbaka, hvilket sker med tillhjälp af en fjäder, som på afbildningen är antydd genom punkterade linier. Ledningstråden, som fast-hålles i klämskrufven, är anbragt inuti handtaget. Den genom detta gående stången tjänar till att förbinda ledningstråden med häfstången.

I stället för att såsom vid den sist omtalade anordningen åstadkomma föreningen blott vid vissa punkter, mot hvilka ljusbågen då riktas och därefter af brytes, kan man äfven verkställa föreningen oafbrutet i det att ljusbågen föres efter en bestämd linie. Men i båda fallen sker föreningen genom samtidig eller nästan samtidig smältning af kropparne. Genom det första förfaringssättet vinner man samma ändamål som med vanlig nitning, genom det andra kan man med fördel ersätta den med diktning förenade nitningen. Jämförd med de vanliga metoderna har den nya fördelarne af arbetets skyndsamma och billiga utförande, hvarjämte förbindningen blifver tät och dess styrka lika med den hos homogena stycken. Tillika kan man utföra reparationer af metallföremål, utan att dessa behöfva rubbas, hvilket icke sällan är af stor betydelse.

Bland de många tillämpningarna af den nya metoden vilja vi särskildt omnämna bildandet af bärbjälkar af korrugerad

Flö. 458.

eller vågig plåt. Genom att hoplöda ett antal sådana plåtar på sätt fig. 458 antyder samt fylla rummen mellan dem med

-cement eller något hartsartadt ämne erhålles ett nytt byggnadsmaterial, som är jämförelsevis lätt och har stor styrka och hvilket kan användas för broar, hvalf, tak och mellanväggar.

Den nu beskrifna metoden har under de få år den varit känd blifvit tillämpad flerestädes och med olika framgång, men det har visat sig, att då man rätt förstått begagna sig däraf den erbjuder betydande fördelar för tekniken. Det synes som om man i Ryssland inskränkt sig till att använda den för reparationsarbeten och for lödningen af små metallreservoirer. I Frankrike har ett bolag gjort bruk däraf, men öfvergifvit detsamma. Däremot har man i England tillämpat lödning med den elektriska ljusbågen i betydande skala och med stor framgång. Detta härrör till stor del af de detaljförbättringar vid metoden, som blifvit införda af ingeniör Howard hos firman Lloyd and

Lloyd i Combs-Wood vid Birmingham. Här har man begagnat sig däraf dels för lödning eller hopsvetsning af järnreservoirerna till Westinghouses luftbromsar, dels för tillverkningen af smidjärnsrör af olika slag och dels för andra ändamål. Framgången af den elektriska lödningen beror till stor del på, att man så mycket som möjligt förminskar smältningen af föremålen som lodas. Kolspetsarne böra därför föras hastigt öfver de ytor, som upphettas, på det att värmets allt för starka koncentration må undvikas. Genom särskilda verktyg gifves i vissa fall kolen en hastig rörelse. För bearbetning af gröfre föremål användes samtidigt flera ljusbågar, så att värmet på samma gång tillföres från flera sidor. Den elektriska lödningsverkstaden vid Combs-Wood drifves af en compound-ångmaskin af 150 hk., hvilken sätter i verksamhet tre Cromptons dynamos å resp. 150, 200 och 300 ampere vid 140 å 150 volt. Men med hänsyn till att man ofta behöfver frambringa och åter afbryta ljusbågarne, begagnas icke dynamo-maskinerna direkt för deras alstrande, utan man använder härför 1800 accumulatorelement af Plantés typ, vägande hvardera 31 kg. med syran.

För att minska gnistbildningen vid den vexlande belastningen har man dubbla borstar, nämligen ett kolstycke, som glider mot dynamons kollektor, samt en vanlig borste strax bakom. Fig. 459 lämnar ett schema öfver verkstadens anordning. D betecknar de tre i bredd kopplade dynamomaskinerna, A, A ampéremetrar, V voltmeter, R, E reostater, (7, C träväggar, bildande afdelningar med stora fönster af rödt glas. De bearbetade styckena a, af, a, a! hvila på marmor eller gjutjärns skifvor E, E med isolerade underlag. Lödningen försiggår antingen genom att till smältning uppmjuka fogarne eller genom att vid dessa anbringa små stycken af järn eller stål. Man inskränker lödningen till små längder på en gång,

när den behandlade delen bör underkastas en mekanisk bearbetning för att förändra metallens textur. Det är nämligen nödvändigt att i någon mån afpassa förfaringssättet efter beskaffenheten efter materialet som behandlas. Om smidjärn -eller stål endast upphettas till svets värme, erhålles en fullkomligt fi bros fog med lika styrka som de öfriga delarne och å vilken kan blifva ännu starkare genom hamring eller pressning.

FIG. 459.

Anbringas däremot små metallstycken i fogen och inhamras, förstöres den fibrösa texturen, men kan delvis återställas genom den mekaniska bearbetningen. Por öfrigt kan styrkan förökas gejiom att gifva fogen större tjocklek. Ett särskildt slag mjukt stal har härför befunnits lämpligast. Vid reparation af gjutgods användes ett tredje förfaringssätt, i det metallstycken införas i fogen och denna upphettas ända till smältpunkten.

För att skydda arbetaren mot strålningen och gnistorna frän Ijusbågarne begagnas dels en hållare för kolspetsen, sådan

FIG. 460. fig. 460 visar, med en skärm

af metall, som är beklädd med asbest, dels glasögon med rubinrödt glas och dels-handskärmar af dylikt glas. Man söker att erhålla så lång ljusbåge som möjligt, 5 å 10 mm. Den positiva polen förenas med arbets-styckena, den negativa med de af järnband varande reostaterna samt med kolspetsarne.

385. Elektrisk blekning. - En annan tillämpning af elektriciteten, som efter åtskilliga misslyckade försök vunnit verklig framgång och blifvit af väsentligt värde för tekniken, är den elektriska blekningen. Det är förnämligast det af Hermite uppfunna förfaringssättet, för hvars tillgodogörande ett bolag i Paris är grundadt, som är af praktisk betydelse. Äfven i Sverige har det vunnit användande. Blekningsprocessen vid denna metod uppgifves grunda sig därpå, att om en lösning af klormagnesium eller af klorkalium innehållande klormagnesium underkastas elektrolys, sönderdelas detta salt på samma gång som vattnet. Kloren och syret, hvilka utvecklas vid elektrolysen, förenas vid anoden till en förening, hvilken eger en hög grad af affärgande förmåga. Väte och magnesium gå till katoden; det förra bortgår och det senare syrsattes på vattnets bekostnad. Införes i denna vätska färgade växtfibrer,, oxideras färgämnet, så att kolsyra alstras; kloren förenar sig med vätet och den bildade klorvätesyran förenar sig med magnesian i lösningen, hvarigenom denna regenereras. I följd häraf kan

magnesiumkloriden upprepade gånger användas.

Por elektrolysen begagnas den apparat fig. 461 visar. Den utgöres af ett galvaniseradt gjutjärnskärl, vid hvars nedre del finnes ett rör, genomborradt med ett stort antal hål, genom hvilka vätskan ingår. Den öfre delen har en utvidgning, som utgör en afloppskanal. Vätskan .är i ständig strömning nedifrån uppåt i apparaten. Katoden är bildad af runda zink-skifvor, anbragta på två parallela horisontala axlar, hvilka långsamt kringvridas. Anodea utgöres däremot af rektangulära stycken af platinaväf, omslutna med en ebonitram, upptill hoplödda med en blyarm, som står i förbindelse med den kopparstång, hvarigenom strömmen införes, och nedtill utskurna för att lämna plats för axeln. Den negativa polen är förenad med katoden' genom gjutjärnskärlet. Zinkskifvorna bibehållas rena genom böjliga ebonitstänger, hvilka tryckas mot dem. VanligenELEKTKISK GARFNING. 787

användas fem till åtta kärl i följd. Strömstyrkan är 1000 ampere och potentialskilnaden 5 volt. Elektrolyten utgöres af 1000 liter vatten, 50 kg. klornatrium och 5 kg. klormagnesium. Man tillför badet en liten mängd magnesiahydrat, och medelst en rotationspump bringas vätskan i en ständig cirkulation.

FIG. 461.

Under strömmens inflytande bildas den förening som erfordras, och när lösningen uppnått en viss halt sändes den till föremålen, som skola blekas, hvilka innehållas i vanliga för detta ändamål begagnade apparater. Sedermera återföres vätskan till kärlet, där den ånyo användes.

Flera pappersbruk i Frankrike hafva antagit denna blekningsmetod, hvilken uppgifves medföra icke ringa besparing. En apparat för 10 hästkrafter skall motsvara till sin verkan under 24 timmar 100 kg. torr klorkalk, hvilken kostar 20 å 22 francs, under det att dess elektrolytiska motsvarighet icke kostar mer än omkring hälften. För Öfrigt uppgifves Hermitea metod vara användbar för alla ämnen.

Bland de öfriga elektriska blekningsmetoderna må anföras den af Kéllner härrörande, hvilken uteslutande är afsedd for pappersmassa, äfvensom Andreolis metod, som begagnas för blekning såväl af textilvaror som pappersmassa.

386. Elektrisk garfning. - Man har sedan årtionden gjort försök att med elektricitetens tillhjälp påskynda garf-ningen af hudar. Vi anföra särskildt tre olika metoder, som för detta ändamål blifvit fabriksmässigt använda. Den ena är en svensk uppfinning och är i Sverige patenterad för ingeniö-788 ÅTSKILLIGA TILLÄMPNINGAR AF ELEKTRICITETEN.

rerna L Landin och L W. Åbom. Garfningen, huru den ock utföres, afser att de genom mekanisk och kemisk behandling förberedda fibrerna i huden skola träda i förening med och omhöljas af det använda garfämnet, hvilket kan vara af flera slag. Dettas inträngande i hudens porer beror på kapillära och endosmotiska krafters förvandling. Genom användande af elektriska strömmar kan man höja dessa krafters verkan, och det är på detta förhållande i fråga varande uppfinning beror. I självfva verket står kapillariteten i ett visst samband med elektriciteten, hvilket framgår af åtskilliga elektro-kapillära företeelser, och därjämte har den elektriska strömmen såsom bekant den egenskapen att åstadkomma en förflyttning af vissa vätskor, genom hvilka den föres. Garfningen efter den svenska metoden verkställes genom att huden, som skall behandlas, anbringas i en lösning af garfämne, vare sig. organiskt eller oorganiskt, mellan två elektroder, t. ex. två i lösningen nedförda kopparplåtar, hvilka sättas i förbindelse med den vexel-strömmarne frambringande apparaten. Man kan också använda ett metallkärl för garfningen och låta detta vara den ena elektroden. *)

Vi skola äfven anföra några försök**), som blifvit gjorda af Landin och Hultstrand öfver garfning efter denna metod. Dessa försök anställdes i stor skala med hela sulläderhudar. En Siemens-Halskes vexelströmmaskin begagnades, som lämnade 50 volt och 100 ampere, hvilket var fullt tillräckligt för ett garfkar med något mer än 2 qv.-m. elektroder och 0,7 m. afstånd dem emellan. En oxhud kunde då genomgarfvas på 50 till 90 timmar, beroende på den mängd garfämne man ville tillföra. Genom reglering af strömstyrkan är man fullkomligt i stånd att noggrant tillföra huden den mängd garfämne som afses, hvilket är af stor vigt för en rationel läderberedning.

Vid den franska garfningsmetoden af Worms och Båle anbringas hudarne jämte lösningen af garfämnet i en

cylindrisk trumma, som roterar kring en horisontal axel. En elektrisk ström från en dynamomaskin med 10 ampere och 100 volt får genomgå en knippa af åtta koppartrådar, anbragta efter cylinderns generatriser och ständigt nedsänkta i vätskan. Garfningen tager i anspråk 48 till 96 timmar.

L. A. Groths metod, benämnd den engelska metoden, liknar den franska så till vida, att hudarne och garfämnet försättas i rörelse. Yid ett försök, som anställdes i en fabrik i Bermondsey, anbragtes i ett kärl elektroder, bestående af

*) Se vidare: Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, N:o 807. **) Se »Kemiska Notiser», 1888, påg. 19. - Om elektricitetens inflytande vid garfning se vidare: The Electrician, 1893, 14 april.kopparband i form af en rost, och hudarna flyttades mellan dem fram och tillbaka. Det visade sig, att rörelsen påskyndar garfningen samt att strömmar af svag spänning och ringa intensitet gifva det bästa resultatet. Fördelaktigast synes vara, om hudarna först bringas i rörelse i vätskan och sedan underkastas strömmens inflytande, därefter ånyo mekanisk behandling och elektricitet o. s. v.

387. Några kemiskt-tekniska tillämpningar af elektriciteten. - Utom de redan anförda tillämpningarna af den elektriska strömmen för kemiskt-tekniska ändamål, gifves det åtskilliga andra, hvilka äro af intresse och för hvilka vi därför skola, om ock blott i korthet, redogöra.

Tillverkning af klorsyradt kali. Detta, som är af så stor betydelse för tändsticksindustrien, beredes nu mera i stor skala medelst elektricitetens tillhjälp efter olika metoder. Sålunda har ett franskt bolag anlagt en fabrik härför i Villers-sur-Hormes i departementet Oise samt en stor fabrik vid Vallorbe i Schweiz. Eåmaterialet är klorkalium i utspädd lösning. Den elektriska strömmen åstadkommer en sönderdelning efter formeln $KCl + 3H_2O = KClO_3 + 6H$. *Flera bad äro anbragta i följd. Den använda strömmen har 1000 ampère och 25 volt. Elektroderna äro omgifna med diafragmor. - I Sverige har ett patent att framställa såväl underklorsyrliga som klorsyrade salter på elektrisk väg tilldelats O. Carlson i Stockholm. Patentanspråket omfattar, att vid framställning af underklorsyrliga eller klorsyrade alkalier genom elektrolys af en vätska, innehållande ett upplöst kloralkali, hvaruti dessutom finnes upplöst ett alkalihydrat eller alkaliskt jordartshydrat, använda det sättet, att elektrolysen utföres med både anod och katod nedsänkta utan någon dem åtskiljande mellanvägg eller diafragma uti ett och samma kärl innehållande vätskan. Se vidare: Beskrifning offentliggjord af Kongl. Patentbyrån, N:o 3614.*

En betydande fabrik af ifrågavarande slag är under anläggning vid Månsberg för Stockholms Superfosfat-aktiebolags räkning. Den elektriska strömmen skall lämnas af åtta dynamomaskiner, tillverkade af Allmänna elektricitetsbolaget i Vesterås. Dessa maskiner, hvilka äro de största, som i vårt land blifvit utförda, hafva sex inre poler. Maskinerna omgifvas med en gjutjärnsring, från hvars inre sida de sex elektromagneternas kärnor gå mot den roterande induktorn. Denna är en truminduktor med 10 mm. grofva koppartrådar, inlagda i 96 hål vid järnkärnans omkrets. Elektromagnetringens yttre diameter är 1760 mm. och induktorns diameter 900 mm. Hvarje dynamo skall kopplas direkt på en turbin med horisontal axel och är afsedd att lämna c:a 115 volt och 1200 ampère.

Tillverkning af soda kan äfven ske medelst elektricitet, och utan tvifvel blifver här ett vidsträckt fält öppnadt för dennas tillämpning, om kostnaden för strömmen kan tillräckligt nedbringas.

Yi anföra en nyligen gjord anläggning af detta slag vid Snodland i England. En koksaltlösning underkastas elektrolys, hvarvid kaustiskt natron erhålles vid katoden och klor vid anoden. Elektroderna äro i olika celler af sönderdelningskärlet åtskilda genom ett qvicksilfverlager. I klorcellen finnes kolanoden, och den ena sidan af kolmassan bildar katoden. Natrium utfälles i qvicksilfret. Qvicksilfrets andra sida utgör anoden i den andra cellen och natrium utfälles medelst vätet, kommande från katoden. Härigenom kan det rena kaustika ämnet erhållas utan inblandning af salt.

Sockerberedniwg. Man har vid flera tillfällen försökt använda elektriciteten inom sockerfabrikationen för sockrets raffinering, men då man ännu icke kommit till några resultat af verkligt teknisk betydelse, inskränka vi oss att antyda denna tillämpning.

Behandling af alkohol med elektricitet har icke utan framgång blifvit försökt inom industrien. Sålunda har *Naudin* i Rouen begagnat sig af ett förfaringssätt för alkohols rektifikation, grundadt därpå, att sedan alkoholen blifvit tillsatt med en ringa mängd svafvelsyra, får strömmen från en dynamomaskin genomgå densamma. Men

alkoholen behöfver sedermera förbättras genom att utsättas för inverkan af luftens syre. För att påskynda detta begagnar man sig hos Teilliard i Tournus af ozon, som framställes på elektrisk väg medelst en af *Broyer* och *Petit* uppfunnen apparat.

Rening af vatten. Man har gjort flera försök att på elektrisk väg befria vatten från dess föroreningar af organiskt ursprung. Sålunda har man försökt rena dricksvatten genom att elektrolytiskt sönderdela en del däraf mellan en järnanod och en kolkatod, hvarvid den bildade järnoxiden förenar sig med de i vattnet befintliga organiska ämnena. Den bildade gelatinösa olösliga massan utfälles.

Desinfektion af kloakvatten medelst elektrolys har man äfven i vidsträckt skala försökt. Sålunda har man i London tillämpat *Websters* metod, efter hvilken elektrolysen försiggår mellan järnelektroder och där 30 mgr. af järnet upplöses per liter af de behandlade ämnena. Kloakvattnet rinner i en lång kanal med grupper af järnplåtar ställda parallellt med väggarna och på ett ringa afstånd från hvarandra. Plåtarne gifvas ömsevis positiv och negativ potential med 2½ voltpotentialskilnad och 1 ampère ström per qv.-m. De organiska ämnena syrsättas och bilda till en början flockar på vattenytan, hvilka uppbäras af vätgasblåsorna. Efter det att vätskan i en reservoir fått hvila i två timmar sjunker orenligheten till botten, och vattnet kan urtappas.

Hermite har gjort bruk af ett förfaringssätt, som är analogt med det han använder vid blekning, för hvilket vi i det föregående redogjort. Försök därmed äro anställda i Rouen.

Utan tvifvel kan man genom de nu omtalade elektriska metoderna mycket väl verkställa rening af dricksvatten eller desinficiering af kloakvatten, men kostnaden blifver så stor, att det sällan torde ifrågakomma att praktiskt använda dem.

Framställning af färgämnen på elektrolytisk väg har flerestädes blifvit försökt och kan äfven i några fall med fördel tillämpas. I synnerhet äro *Goppelsroeders* undersökningar häröfver förtjänta af uppmärksamhet.

Goppelsroeder studerade den galvaniska strömmens inflytande på de organiska ämnena, särskildt dem som tillhöra de s. k. aromatiska föreningarna, hvilka äro härledda från benzol genom att vätet i denna kolväteförening är utbytt mot andra radikaler, och hvartill höra bland andra anilin och anilinfärger. Han fann därvid, att genom elektrolys af de från benzolen deriverade ämnena bildas färgämnen vid positiva eller negativa polen. För att så mycket som möjligt förhindra den ena polen att utöfva inflytande på den andras verkan, använder han cylindrar af porös lera, sådana som man gör bruk af för konstanta staplar, och i dessa kärl hälles den del af vätskan, som icke skall lämna den förnämsta elektrolytiska produkten, och däruti införes den ena af elektroderna. Eller ock delas elektrolyten i två sådana kärl (fig. 462) och båda sättas i förbindelse med hvarandra genom ett band af bomullsvekar, från vätskeytorna betäckta med pergamentspapper för att hindra torkning.

FIG. 462.

Äfven hafva asbest, filtrerpapper, ###-formade rör, fyllda med vätskan, samtolika textila ämnen m. m. blifvit för ändamålet begagnade. Lösningens ledningsförmåga har, där så funnits nödvändigt, förökats genom tillsats af något svafvelsyra eller saltsyra. Elektroderna nedsättas i de båda lösningarna, och strömmen föres på detta sätt genom det dem förenande bandet. Under operationen färgas detta mer eller mindre ojämnt och ofullständigt, i synnerhet vid den del, som är närmast den pol, där färgämnet utvecklas. Såsom elektroder användas platina eller kol.

Bland de tekniska processer, som af Goppelsroeder på så sätt blifvit utförda, må nämnas: framställning af anilinsvart samt af violetta, röda, bruna, gula, blå m. fl. färgämnen äfvensom af indigokyp; vidare färgning af vegetabiliska eller animaliska textilfibrer, etsning af den på tyg anbragta färgen samt förändring af färgtoner. Vi hänvisa för detaljer beträffande dessa metoder till Grawinkel und Strecker: Hilfsbuch für die Elektrotechnik.

Bland öfriga elektrolytiska förfaringssätt för färgämnens beredning vilja vi omnämna dem, som afse framställning af blyhvitt. Man kan framställa denna så allmänt begagnade målarefärg af bättre beskaffenhet på elektrolytisk väg än genom enbart kemiska metoder, och det synes som om elektricitetens användande härvid

äfven skulle medföra fördel i fråga om kostnaden. Man har begagnat olika anordningar vid denna tillämpning af elektrolysen. Sålunda har man gjort bruk af blyelektroder samt ett båd, hvilket utgör en blandning af lösningar utaf ammoniumnitrat och natriumnitrat, mättad med kolsyra. Häruti införes en ström af 1,5 ampère per qv.-decimeter af blyets yta. Blyhvitten framträder vid denna, och om man fortsätter att inleda kolsyra kan allt blyet förvandlas till blyhvitt. — *Swinburne* ersätter nitratet med natriumkarbonat eller bi-karbonat. — Nyligen har ingeniör *G. E. Cassel* i Sverige erhållit patent å en förbättrad metod, vid hvilken såsom elektrolyt användes ammoniumacetat. När strömmen genomgår badet, upplöses vid anoden bly af ättiksyran, hvarvid ammoniak utfälles vid katoden, men genom den inledda kolsyran bildas basiskt blykarbonat, d. v. s. blyhvitt. Tillika regenereras ammoniumacetat,

* Tillägg.

I (§ 52).

Nyare mätningsinstrument.

Bland de många instrument, hvilka de senare åren vunnit användande för motståndsbestämningar, vilja vi ytterligare anföra två, som äro af synnerligt gagn för noggrannare tekniska undersökningar.

Siemens & Halskes universdlgalvanometer innehåller en Wheatstones brygga, hvars mätningstråd är uppspänd kring omkretsen till en cirkelformig skifiertafla, som är indelad i grader. Trådens midt motsvarar graderingens nollpunkt, och dess ändpunkter äro 150° därifrån. När den öfver taflan upphängda nålen afviker en vinkel a, så är förhållandet mellan båda delarne af hela trådlängden 150 + u : 150 - a, och detta värde kan erhållas af en instrumentet åtföljande tabell. - Universalgalvanometern kan begagnas till flera olika slags mätningar. Särskildt kan instrumentet såsom sinusbussol användas för bestämning af tämligen svaga strömmars styrka.

W. Thomsons brygga är en väsentligt modifierad Wheatstones brygga, hvilken med fördel kan begagnas för bestämning af helt små motstånd, t. ex. af kopparstänger, induktor-lindningar o. s. v.

II (§ 114).

Bestämning af magnetiseringskurvan för svenska järnsorter.

Enär kännedomen om magnetiseringskurvan, hvilken grafiskt framställer sambandet mellan den magnetiserande strömstyrkan eller magnetiserande kraften, afsatt såsom abscissa, och det uppkommande magnetiska momentet, afsatt såsom ordinata, numera blifvit af ganska stor betydelse för konstruktionen af dynamomaskiner (jämför: Tillägg, IV), skola vi något närmare Tillägg.

I (§ 52).

Nyare mätningsinstrument.

Bland de många instrument, hvilka de senare åren vunnit användande för motståndsbestämningar, vilja vi ytterligare anföra två, som äro af synnerligt gagn för noggrannare tekniska undersökningar.

Siemens & Halskes universdlgalvanometer innehåller en Wheatstones brygga, hvars mätningstråd är uppspänd kring omkretsen till en cirkelformig skifiertafla, som är indelad i grader. Trådens midt motsvarar graderingens nollpunkt, och dess ändpunkter äro 150° därifrån. När den öfver taflan upphängda nålen afviker en vinkel a, så är förhållandet mellan båda delarne af hela trådlängden 150 + u : 150 - a, och detta värde kan erhållas af en instrumentet åtföljande tabell. - Universalgalvanometern kan begagnas till flera olika slags mätningar. Särskildt kan instrumentet såsom sinusbussol användas för bestämning af tämligen svaga strömmars styrka.

W. Thomsons brygga är en väsentligt modifierad Wheatstones brygga, hvilken med fördel kan begagnas för bestämning af helt små motstånd, t. ex. af kopparstänger, induktor-lindningar o. s. v.

II (§ 114).

Bestämning af magnetiseringskurvan för svenska järnsorter.

Enär kännedomen om magnetiseringskurvan, hvilken grafiskt framställer sambandet mellan den magnetiserande strömstyrkan eller magnetiserande kraften, afsatt såsom abscissa, och det uppkommande magnetiska momentet, afsatt såsom ordinata, numera blifvit af ganska stor betydelse för konstruktionen af dynamomaskiner (jämför: Tillägg, IV), skola vi något närmare794 TILLÄGG.

belysa ett för denna bestämning med fördel begagnadt förfaringssätt, hvilket vi § 114, fig. 102 anfört. Vi skola för den skull redogöra för några å Tekniska Högskolans fysiska kabinett af ingeniör K. Wallin nyligen gjorda mätningar för att medelst hufvudsakligen nämnda metod undersöka några svenska järnsorter, hvilka begagnas vid tillverkning af dynamomaskiner.

Vid dessa försök användes ringar, s varf våde af järn, med 7,5 cm. inre diameter och qvadratisk tvärskärning med 0, 2 5 qv.-cm. area. Hvarje ring var försedd med två trådlindningar, den «na med 1,5 mm. diameter i 127 hvarf och den andra, som var upplindad mellan dem, af 0,5 mm. diameter i 126 hvarf. Den gröfre, primära ledningen inkopplades medelst en omkastare i följd med några reostater, hvilka voro ställda parallelt, samt en ampéremeter och ett accumulatorbatteri af 8 i följd anbragta element. Man reglerade motståndet, så att endast 0,25 ampere till en början erhölls i den primära ledningen. Den sekundära ledningen bragtes i samband med en balistisk reflexionsgalvanometer. Medelst omkastning af den primära strömmens och således äfven omkastning af kraftliniernas riktning, framkallades en ögonblicklig ström i galvanometern

Betecknas totala motståndet i den sekundära ledningen med B, utslaget å skalan med a, magnetnålens svängningstid med T, skilnaden i de naturliga logaritmerna för två efter hvarandra följande bågar med A samt K är en för galvanometern konstant qvantitet, kan man i öfverensstämmelse med § 40 uttrycka den elektromotoriska kraften, som föranleder den ögonblickliga strömmen, genom

Är hela antalet kraftlinier Z och a tvärskärningsarean hos järnkärnan samt n antalet trådhvarf i den sekundära ledningen, så är

#=-=#a, n

om B betecknar den magnetiska induktionen, d. v. s. antalet kraftlinier per ytenhet, då allt räknas i det absoluta måttsystemet. Häraf följer

n 2 2 ' na

Den primära strömmen ökades gradvis från 0,25, 0,5, 0,75, l, 2 ända till 12 ampere, och iakttogs å galvanometern motsvarande utslag.På grund af de så erhållna resultaten äro de i fig. 463 afbildade magnetiseringskurvorna konstruerade. För att kunna omedelbart använda dem för dynamomaskiners konstruktion,

FIG. 463.

äro abscissor och ordinater afsätta i enlighet med hvad vi i Tillägg, IY anfört. De två för smidesjärnet gällande kurvorna motsvara de i magnetiskt hänseende bästa och sämsta af de tio profven. Kurvan för gjutjärn är dock efter endast ett prof.*)

III (§ 141).

Nya syenska dynamomaskiner för likriktad ström.

Från W. Wiklunds mekaniska verkstad vid Inedal i Stockholm har nyligen utgått dynamomaskiner för likriktad ström efter ett för Sverige nytt system. Fig. 464 visar en afbildning utaf en af dessa maskiner, hvilka äro konstruerade af mekanikern Thorin, hvars skifdynamo vi förut beskrifvit.

*) En fullständig redogörelse för dessa försök meddelas af ingeniör Wallin i Teknisk Tidskrift, 1893. - Se vidare Ewing: Magnetic induction in iron and other metals. På grund af de så erhållna resultaten äro de i fig. 463 afbildade magnetiseringskurvorna konstruerade. För att kunna omedelbart använda dem för dynamomaskiners konstruktion,

FIG. 463.

äro abscissor och ordinater afsätta i enlighet med hvad vi i Tillägg, IY anfört. De två för smidesjärnet gällande kurvorna motsvara de i magnetiskt hänseende bästa och sämsta af de tio profven. Kurvan för gjutjärn är dock efter endast ett prof.*)

III (§ 141).

Nya syenska dynamomaskiner för likriktad ström.

Från W. Wiklunds mekaniska verkstad vid Inedal i Stockholm har nyligen utgått dynamomaskiner för likriktad ström efter ett för Sverige nytt system. Fig. 464 visar en afbildning utaf en af dessa maskiner, hvilka äro konstruerade af mekanikern Thorin, hvars skifdynamo vi förut beskrifvit.

*) En fullständig redogörelse för dessa försök meddelas af ingeniör Wallin i Teknisk Tidskrift, 1893. - Se vidare Ewing: Magnetic induction in iron and other metals.796

Maskinen, hvilkens anordning tydligen framgår af fig. 463, har tillverkats i följande typer, dels såsom dynamo och dels såsom motor:

Dynamo Motor Typ Ampere Antal hvarf i min. iErford. hästkr. Antal hvarf i min. Effekten i j hästkr.

L 448 110 49280 600 74 540 61

M 330 110 36300 600 55 530 40

N 200 110 22000 675 33 590 26 6

O 120 110 13200 750 20 640 lo'7

P 75 110 8250 800 12,5 680 9,'5

Q 50 110 5500 900 8,4 760 6\

i R 30 110 3300 1000 5. 840 3,'5Thorin har försökt bestämma vid en maskin af typ O förlusterna härrörande af foucaultska strömmar samt hysteresis och af mekaniska motstånd. Det visade sig, att den minsta möjliga ström i induktorn, som förmådde hålla denna i rörelse som motor, var 2,1 ampere, samt att den tillökning i ström, som erfordrades för att få maskinen att gå med normal hastighet, var 2,5 ampere. På grund häraf uppskattades förlusten genom hysteresis och lagerfriktion tillsammans till 1,7 proc. samt genom foucaultska strömmar (och luftmotstånd) till 2 proc. - Detta antyder en ganska hög verkningsgrad hos denna maskin.

IV (§ 168).

Beräkning af dynamomaskiner för likriktad ström.

De ingeniörer, hvilka sysselsätta sig med konstruktionen af dynamomaskiner för likriktad ström, begagna sig numera för beräkningen af de förnämsta konstruktionselementen vanligtvis af Hopkinsons geometriska metod. Yi skola här angifva grunddragen af denna. *)

Om Z betecknar hela det antal kraftlinier, som genomgår induktorn till en dynamomaskin, hvars pöl an tal är 2 p och där p t borstar äro parallellt förenade med hvarandra, samt N är antalet trådar vid induktorns yta och n antalet hvarf per minut, så erhålles (jämför § 151) den elektromotoriska kraften ^ p

Antaga vi vidare, att J är den magnetiserande strömstyrkan i ampere, m hela antalet trådhvarf i elektromagneterna, l den längd i cm. kraftlinierna genomlöpa i en del af den magnetiska ledningen, hvars tvärskärning är A qv.-cm., samt [t är den elektriska ledningsförmågan eller genomträngligheten för magnetism därstädes (se §§ 117, 119), så kan det antal kraftlinier, som framkallas af den magnetiserande kraften mj, beräknas af formeln

47* mJA

Z~TÖ"~T~"' ....(2)*

Man kan här antaga JLI = l för luft och andra icke magnetiska ämnen, hvaremot ^ har betydligt större värde för

järn och stål, minst för gjutjärn, större för gjutstål och ännu större

*) Se vidare härom: J. Hopkinson, Dynamo Machinery (London, 1893); Fischer-Hinnen, Berechnung und Wirkungsweise elektrischer Gleichstrom-maschinen (Zurich, 1892) äfvensom två uppsatser af ingeniör R. Dahlander i Teknisk Tidskrift, 1892 och 1893. Thorin har försökt bestämma vid en maskin af typ O förlusterna härrörande af foucaultska strömmar samt hysteresis och af mekaniska motstånd. Det visade sig, att den minsta möjliga ström i induktorn, som förmådde hålla denna i rörelse som motor, var 2,1 ampere, samt att den tillökning i ström, som erfordrades för att få maskinen att gå med normal hastighet, var 2,5 ampere. På grund häraf uppskattades förlusten genom hysteresis och lagerfriktion tillsammans till 1,7 proc. samt genom foucaultska strömmar (och luftmotstånd) till 2 proc. - Detta antyder en ganska hög verkningsgrad hos denna maskin.

IV (§ 168).

Beräkning af dynamomaskiner för likriktad ström.

De ingeniörer, hvilka sysselsätta sig med konstruktionen af dynamomaskiner för likriktad ström, begagna sig numera för beräkningen af de förnämsta konstruktionselementen vanligtvis af Hopkinsons geometriska metod. Yi skola här angifva grunddragen af denna. *)

Om Z betecknar hela det antal kraftlinier, som genomgår induktorn till en dynamomaskin, hvars pöl an tal är 2 p och där p t borstar äro parallelt förenade med hvarandra, samt N är antalet trådar vid induktorns yta och n antalet hvarf per minut, så erhålles (jämför § 151) den elektromotoriska kraften ^ p

Antaga vi vidare, att J är den magnetiserande strömstyrkan i ampere, m hela antalet trådhvarf i elektromagneterna, l den längd i cm. kraftlinierna genomlöpa i en del af den magnetiska ledningen, hvars tvärskärning är A qv.-cm., samt [t är den elektriska ledningsförmågan eller genomträngligheten för magnetism därstädes (se §§ 117, 119), så kan det antal kraftlinier, som framkallas af den magnetiserande kraften mj, beräknas af formeln

47* mJA

Z~TÖ"~T~"' ....(2)*

Man kan här antaga JLI = l för luft och andra icke magnetiska ämnen, hvaremot ^ har betydligt större värde för järn och stål, minst för gjutjärn, större för gjutstål och ännu större

*) Se vidare härom: J. Hopkinson, Dynamo Machinery (London, 1893); Fischer-Hinnen, Berechnung und Wirkungsweise elektrischer Gleichstrom-maschinen (Zurich, 1892) äfvensom två uppsatser af ingeniör R. Dahlander i Teknisk Tidskrift, 1892 och 1893.

för smidesjärn. Dessutom aftager för dessa magnetiska ämnen /ii när mättningsgraden växer, så att man kan anse ^ som en funktion af Z eller af m J. Man kan äfven beräkna den magnetiserande kraft, som erfordras för att framkalla antalet kraft-linier Z uti den del af den magnetiska ledningen, som man, tager i betraktande. Den blifver nämligen

T 10 IZ 10 7 Cf N

mj=*~ ---- - = --.?. f(«)

4jr A/LI 4rc v lj9

där f (0J betecknar en funktion af antalet ^ kraftlinier per qv.-cm. af tvärskärningen.

För en grafisk bestämning kan man för de järnsorter, som man använder vid dynamomaskiner, konstruera magnetiserings-kurvor (se fig. 101, sid. 187) med eqvationen

, 4n mJ

fOi)= -JQ . -y- ....(3),

där abscissorna uttrycka eqvationens högra led och ordinatorna angifvas genom motsvarande värden å #r Har man på grund af eqv. (1) bestämt 0±=Z:A, gifver sedermera magnetiseringskurvan motsvarande värde å mJ, multipliceradt med

YTT - -T, och man far således det sökta värdet å m J genom att

U . 10

multiplicera den uppmätta abscissan med -. - 1. Man gör en

'db'7^

dylik bestämning för samtliga delar af den magnetiska ledningen samt tager summan af de erhållna produkterna, hvilken lämnar det erforderliga antalet hvarf-ampére för elektromagneterna.

Eqv. (1) och (3) möjliggöra således beräkningen af trådlindningen till elektromagneterna, så framt magnetiseringskurvorna äro en gång för alla konstruerade och A, l, N, n och J bestämda.

Härvid äro dock flera omständigheter att uppmärksamma. Hvad först beträffar arean A har man att därför införa de olika tvärskärningarna vid skilda delar af kraftliniernas väg. Men vid luftlagret mellan polytorna och induktorn eger en spridning rum, hvarigenom värdet på A i verkligheten blifver större än motsvarande del af polytan. Enligt Fischer-Hinnen kan man vid slät yta hos induktorns järnkärna införa såsom värde å A hela den del af denna yta, som svarar mot antalet polpar p^ så att i detta fall man skulle sätta

nDL

då D är järnkärnans diameter och L hennes längd i cm. Använder man tandade eller med hål tätt under ytan förseddakärnor, blifver beräkningen något mera invecklad, om man vill taga hänsyn till den förminskning i det erforderliga antalet hvarf-ampère, som härigenom föranledes.

Vid bestämningen af värdet å A för induktorn får man taga hänsyn till att dennas järnkärna icke är massiv utan är sammansatt af plåtar med mellanlagda pappersblad.

Vidare har man att fästa afseende vid den förlust af kraftlinier, som eger rum genom den magnetiska spridningen vid olika delar af dynamon. Hopkinson inför denna i beräkningen genom att multiplicera antalet z_1 kraftlinier per qv.-cm. med en koefficient k 1. Det fullständiga uttrycket för sambandet mellan de här förekommande storheterna kan man då sätta under formen (jämför eqv. (3))

4 pi / 10 m J = $\Sigma\, l f(k z_1)$ ... (4),

där tecknet Σ afser hela den magnetiska ledningen.

Hopkinson begagnar sig af denna eqvation till förutbestämning af karakteristikan på det sätt, att han först konstruerar hjälpkurvor, motsvarande induktorn, luftmellanrummen och elektromagneterna, där såsom abscissor afsättas värdena å motsvarande term i högra ledet af eqv. (4) samt såsom ordinater antalet kraftlinier per qv.-cm. Sedermera adderas de abscissor, som tillhöra den gemensamma ordinatan, och härigenom erhålles karakteristikan abscissa.

V (§ 276).

Den elektriska belysningens inverkan på kompassen om bord å fartyg.

Enär den elektriska belysningen allt mer vinner användande å ångfartyg, är det af stor vigt att uppmärksamma den inverkan, som den för belysningen erforderliga strömmen utöfvar på fartygets kompass. Man har icke alltid tagit tillräcklig hänsyn härtill. *W. Thomson* har dock visat, att en deviation af 4° till 5° och någon gång ända till 11° därigenom kan uppstå, så framt man begagnar likriktad ström och blott en ledare, så att fartyget, om det är af järn, får tjänstgöra såsom återledare. Man bör därför alltid begagna dubbla ledningar, hvilka sättas nära intill hvarandra, så att de båda motsatta strömmarne kompensera hvarandra, eller ock göra bruk af vexelström. -- Man

skulle visserligen kunna korrigera för deviationen, men detta är besvärligt, i synnerhet som strömstyrkan är olika allt efter det antal lampor, som är i verksamhet.

kärnor, blifver beräkningen något mera invecklad, om man vill taga hänsyn till den förminskning i det erforderliga antalet hvarf-ampère, som härigenom föranledes.

Vid bestämningen af värdet å *A* för induktorn får man taga hänsyn till att dennas järnkärna icke är massiv utan är sammansatt af plåtar med mellanlagda pappersblad.

Vidare har man att fästa afseende vid den förlust af kraftlinier, som eger rum genom den magnetiska spridningen vid olika delar af dynamon. Hopkinson inför denna i beräkningen genom att multiplicera antalet z_1 kraftlinier per qv.-cm. med en koefficient *k* 1. Det fullständiga uttrycket för sambandet mellan de här förekommande storheterna kan man då sätta under formen (jämför eqv. (3))

4 pi / 10 m J = *Sigma l f* (*k* z_1) ... (4),

där tecknet *Sigma* afser hela den magnetiska ledningen.

Hopkinson begagnar sig af denna eqvation till förutbestämning af karakteristikan på det sätt, att han först konstruerar hjälpkurvor, motsvarande induktorn, luftmellanrummen och elektromagneterna, där såsom abscissor afsättas värdena å motsvarande term i högra ledet af eqv. (4) samt såsom ordinater antalet kraftlinier per qv.-cm. Sedermera adderas de abscissor, som tillhöra den gemensamma ordinatan, och härigenom erhålles karakteristikan abscissa.

V (§ 276).

Den elektriska belysningens inverkan på kompassen om bord å fartyg.

Enär den elektriska belysningen allt mer vinner användande å ångfartyg, är det af stor vigt att uppmärksamma den inverkan, som den för belysningen erforderliga strömmen utöfvar på fartygets kompass. Man har icke alltid tagit tillräcklig hänsyn härtill. *W. Thomson* har dock visat, att en deviation af 4° till 5° och någon gång ända till 11° därigenom kan uppstå, så framt man begagnar likriktad ström och blott en ledare, så att fartyget, om det är af järn, får tjänstgöra såsom återledare. Man bör därför alltid begagna dubbla ledningar, hvilka sättas nära intill hvarandra, så att de båda motsatta strömmarne kompensera hvarandra, eller ock göra bruk af vexelström. -- Man skulle visserligen kunna korrigera för deviationen, men detta är besvärligt, i synnerhet som strömstyrkan är olika allt efter det antal lampor, som är i verksamhet.

VI (§ 301).

Svensk anläggning för arbetsöfverföring medelst trefassystemet.

Vi hafva redan i § 301 omtalat, att ingeniör *Jonas Wenström* i Sverige erhållit patent å anordning för omsättning och spridning af arbete genom användning af tre vexelströmmar. Sedan dess äro flera betydande anläggningar af detta slag dels under utförande och dels planlagda genom patentets innehafvare, Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget i Vesterås Vi skola, hufvudsakligen efter ett från detta bolag lämnadt meddelande, redogöra för en af dem, nämligen den vid Grängesberg, för hvilken disponenten *G. A. Granström* erhållit koncession. Kraften alstras af ett vattenfall vid Hellsjön och tillgodogöres medelst fyra turbiner om 100 hästkrafter hvardera. Dessa äro direkt kopplade med hvar sin vexelströmmaskin. Dessutom finnes en mindre turbin, hvars axel är kopplad direkt med två små likströmsdynamos, hvilka lämna ström till elektromagneterna. Af de fyra stora maskinerna äro två afsedda för arbetsöfverföring, en för belysning och en för reserv. De förstnämnda äro trefasiga och ega det utseende fig. 465 visar. Antalet poler hos dem är 14 och omloppstalet 600 per minut, så att antalet hela perioder per sekund är

$14 \times 600 / 2 \times 60 = 70$

De båda trefasgeneratorerna äro parallelkopplade och lämna 150 volt, men denna spänning transformeras till

5000 à 6000 volt. -- Belysningsdynamon är af samma typ som de nyssnämnda, men är en enkelfasig vexelströmmaskin samt lämnar ström till en särskild tvåtrådsledning. Äfven denna maskins spänning transformeras till 5000 volt. Man har åtskilt belysnings- och kraftanläggningarna från hvarandra, på det att de stora och plötsliga förändringarna i kraftbehofvet icke må inverka på potentialskilnaden vid belysningen. För denna erbjuder trefassystemet icke någon särskild fördel, allra minst vid ojämn fördelning af lamporna. Magnetiseringsmaskinerna tillhöra Wenströms vanliga typ (figg. 142 och 143, sid. 237); därifrån sändes ström till alla fyra vexelströmmaskinerna. Spänningen hos dessa regleras genom reostater i magnetledningarna. Beträffande reservmaskinen må nämnas, att den är så inrättad, att dess induktor kan genom en enkel omkoppling alstra ström såväl som trefas- som enfasdynamo, d. v. s. som en vanlig vexelströmmaskin och således tjäna till reserv för både belysningen ocharbetsöfverföringen. Till kraftstationen hör äfven två instrumenttaflor af marmor med erforderliga mät- och säkerhetsapparater, afstängare och en fasindikator, som användes vid parallelkoppling. Man har så anordnadt, att den ena eller andra maskinen kan arbeta på samma ledning, äfvensom att magnetdynamos kunna kopplas till hvilken som helst af vexelströmmaskinerna.

FIG 465.

De primära transformatorerna äro tre, hvaraf två för kraft och en för belysning. De äro uppställda i ett särskildt anordnadt eldfast rum invid maskinhuset.

Ledningarna för arbetsöfverföringen utgöras af tre blanka koppartrådar med 4 mm. diameter från Hellsjön till Björnberget eller 9,4 kilometer väg samt den öfriga längden till Lemberget 5,2 km. med 3 mm. diameter. De äro fästa på oljeisolatorer och uppbäras af höga trästolpar.Belysningsledningen utgöres af två 3 mm. trådar, hvilka äro uppsatta pä samma stolpar.

De sekundära transformatorerna uppställas på centralpunkter, där en eller flera motorer finnas i närheten. De äro fyra för kraft- och sex för belysningsanläggningen. Äfven de äro anbragta i eldfasta rum. Motorerna äro till antalet fem, nämligen två à 30 hk., en à 40, en à 15 och en à 5 hk. Enär de flesta af dem begagnas för drifvande af grufspel, som vid igångsättningen erfordrar ett kraftpar större än det normala, har man försett dem med friktionskoppling, så att motorerna sättas i gång utan belastning. Fasförskjutningen vid full belastning af motorerna motsvarar ej större tillökning i strömstyrkan än 25 proc.

FIG. 466.

Fig. 466 visar utseendet å en af dessa motorer. Anläggningens verkningsgrad, d. v. s. motorns effekt: turbinernas effekt vid full belastning, garanteras till 70 proc.Vexelströmmaskiner af nu anförda slag utföras af ofvannämnda bolag i elfva olika typer från 8,5 till 500 hästkrafter, motsvarande 200 till 600 volt spänning, äfvensom tillhörande motorer från 6 till 375 hästkrafter och transformatorer från 5,25 till 320 kilowatt med en spänning af 10000 à 2000 volt.

I samband med hvad nu blifvit anfördt må nämnas, att en intressant iakttagelse rörande trefasmotorn blifvit gjord af ingeniören vid nyssnämnda bolag *E. Danielson*, nämligen att en sådan motor kan gå såsom generator, matande sitt eget fält.*) Se vidare härom: Teknisk Tidskrift, 1893.

VII (§ 326).

Erforderligt mekaniskt arbete för att elektrolytiskt utfälla olika metaller ur deras saltlösningar (efter Fontaine).

Metall Elektrolyt [1] [2] [3] [4] [5] [6] [1] Föreningsvärme för 1 kg. af metallen Mekaniskt arbete för 1 kg. elektrolyts sönderdelning [2] Kilogrammeter [3] Hästkr.-timme Mekaniskt arbete för 1 kg. metalls utfällning [4] Kilogrammeter [5] Hästkr.-timme [6] Vigt metall utfälld per hästkr.-timme i kilogram

Koppar Kopparsulfat .... 886 149700 0,55 375700 1,39 0,719 » Kopparklorur .... 990 197600 0,73 419800 1,55 0,645 Silfver Silfver-kalium-cyanur ... 31 7150 0,02 13220 0,05 20 » Salpetersyrad silfveroxid upplöst i ammoniak ...... 81 21630 0,08 34340 0,13 7,700 Guld Guldklorur med kalium- cyanur .... 139 38100 0,14 58700 0,22 4,600 Nickel Nickel-ammoniumsulfat ... 1484 239600 0,89 629400 2,33 0,429 » Nickel-

ammonium-klorur .. 1586 305300 1,13 671700 2,49 0,402 Tenn Klortenn .... 688 182100 0,67 291400 1,08 0,926 Bly Blysocker .... 320 86600 0,32 136000 0,51 1,985 » Blynitrat .... 332 88100 0,33 141000 0,52 1,915 Zink Zink-ammonium-oxalat .... 740 133800 0,50 314400 1,16 0,858 » Zink-kalium-cyanur ...... 896 211600 0,78 379800 1,41 0,711 Qvicksilfv. Qvicksilfver-klorur ... 298 93200 0,35 126800 0,47 2,129 Aluminium Aluminium-ammonium- klorur .... 8680 758700 2,81 3697700 13,60 0,073 Magnesium Magnesium-ammonium- klorur .... 7665 831100 3,08 3249600 12,00 0,083 Kalium Kalium-sulfat .... 2512 477600 1,77 1065000 3,95 0,253 » Klorkalium .... 2584 573600 2,13 1094000 4,05 0,247 Natrium Natrium-sulfat .... 4063 558400 2,07 1725500 6,39 0,156 » Klornatrium .... 4183 697300 2,58 1773200 6,57 0,152 Antimon Antimon-triklorid .... 749 169600 0,63 317200 1,17 0,851 Järn Järn-ammonium-klorur .... 1785 333800 1,24 754400 2,79 0,358 » Järn-ammonium-oxalat .... 584 96200 0,36 247300 0,92 1,091 Platina Platina-klorur .... 209 65500 2,43 88616 0,33 3,050 Väte Svafvelsyrehaltigt vatten 34500 1625200 6,02 14626800 54,18 0,0184

Vexelströmmaskiner af nu anförda slag utföras af ofvannämnda bolag i elfva olika typer från 8,5 till 500 hästkrafter, motsvarande 200 till 600 volt spänning, äfvensom tillhörande motorer från 6 till 375 hästkrafter och transformatorer från 5,25 till 320 kilowatt med en spänning af 10000 à 2000 volt.

I samband med hvad nu blifvit anfördt må nämnas, att en intressant iakttagelse rörande trefasmotorn blifvit gjord af ingeniören vid nyssnämnda bolag *E. Danielson*, nämligen att en sådan motor kan gå såsom generator, matande sitt eget fält.*) Se vidare härom: Teknisk Tidskrift, 1893.

VII (§ 326).

Erforderligt mekaniskt arbete för att elektrolytiskt utfälla olika metaller ur deras saltlösningar (efter Fontaine).

Metall Elektrolyt [1] [2] [3] [4] [5] [6] [1] Föreningsvärme för 1 kg. af metallen Mekaniskt arbete för 1 kg. elektrolyts sönderdelning [2] Kilogrammeter [3] Hästkr.-timme Mekaniskt arbete för 1 kg. metalls utfällning [4] Kilogrammeter [5] Hästkr.-timme [6] Vigt metall utfälld per hästkr.-timme i kilogram

Koppar Kopparsulfat .... 886 149700 0,55 375700 1,39 0,719 » Kopparklorur .... 990 197600 0,73 419800 1,55 0,645 Silfver Silfver-kalium-cyanur ... 31 7150 0,02 13220 0,05 20 » Salpetersyrad silfveroxid upplöst i ammoniak ...... 81 21630 0,08 34340 0,13 7,700 Guld Guldklorur med kalium- cyanur .... 139 38100 0,14 58700 0,22 4,600 Nickel Nickel-ammoniumsulfat ... 1484 239600 0,89 629400 2,33 0,429 » Nickel-
ammonium-klorur .. 1586 305300 1,13 671700 2,49 0,402 Tenn Klortenn .... 688 182100 0,67 291400 1,08 0,926 Bly Blysocker .... 320 86600 0,32 136000 0,51 1,985 » Blynitrat .... 332 88100 0,33 141000 0,52 1,915 Zink Zink-ammonium-oxalat .... 740 133800 0,50 314400 1,16 0,858 » Zink-kalium-cyanur ...... 896 211600 0,78 379800 1,41 0,711 Qvicksilfv. Qvicksilfver-klorur ... 298 93200 0,35 126800 0,47 2,129 Aluminium Aluminium-ammonium- klorur .... 8680 758700 2,81 3697700 13,60 0,073 Magnesium Magnesium-ammonium- klorur .... 7665 831100 3,08 3249600 12,00 0,083 Kalium Kalium-sulfat .... 2512 477600 1,77 1065000 3,95 0,253 » Klorkalium .... 2584 573600 2,13 1094000 4,05 0,247 Natrium Natrium-sulfat .... 4063 558400 2,07 1725500 6,39 0,156 » Klornatrium .... 4183 697300 2,58 1773200 6,57 0,152 Antimon Antimon-triklorid .... 749 169600 0,63 317200 1,17 0,851 Järn Järn-ammonium-klorur .... 1785 333800 1,24 754400 2,79 0,358 » Järn-ammonium-oxalat .... 584 96200 0,36 247300 0,92 1,091 Platina Platina-klorur .... 209 65500 2,43 88616 0,33 3,050 Väte Svafvelsyrehaltigt vatten 34500 1625200 6,02 14626800 54,18 0,0184

Alfabetiskt namnregister.